Die

Ueberwanderung farbloser Blutkörper

von dem

Blut- in das Lymphgefässsystem.

Experimentelle Untersuchungen



von

Dr. Richard Thoma,

Docenten der pathologischen Anatomie und Assistenten am pathologischen Institut der Universität Heidelberg.

Mit 4 lithographirten Tafeln.

Heidelberg.

Verlagsbuchhandlung von Fr. Bassermann.

1873.

Buchdruckerei von Georg Otto in Darmstadt

Jnhaltsübersicht.

Einleitung.

Die Fortschritte der anatomischen Kenntnisse über die Wurzeln der Lymphgefässe gingen seit Mitte der vierziger Jahre Hand in Hand einerseits mit der wachsenden Einsicht in den geweblichen Bau der Bindesubstanzen, andererseits mit den Erfahrungen der Physiologen über die Resorption des Chylus und über die Beziehungen der Blutströmung zu der Ernährung der Gewebe und zur Lymphbildung. Im Jahre 1846 hatte Kölliker[1]) die Anfänge der Lymphgefässe im Schwanze der lebenden Froschlarve verfolgt und ihren Zusammenhang[2]) mit den sternförmigen Bindgewebszellen behauptet. Bald darauf veröffentlichte Virchow eine Reihe von nach allen Seiten hin anregenden Untersuchungen über die Structur der Bindesubstanzen[3]), in welchen er den Zusammenhang des Netzes der Bindegewebszellen mit den Lymphgefässen für die fertig ausgebildeten Gewebe nachzuweisen suchte. Seine die Lehre vom Stoffwechsel der Gewebe durchaus reformirenden Anschauungen, welche den Bindegewebszellen eine so hohe Bedeutung für die normalen und pathologischen Vorgänge zuweisen, wurden von Leydig[4]) und späterhin von

---

1) Annales des sciences naturelles. Zoolog. Série III Tome VI. 1846. p. 97.

2) Remak leugnete dieses Verhältniss. Müllers Archiv f. Anatomie und Physiologie 1850. pag. 102 und 182.

3) Virchow, Verhandlungen der Würzburger physic. med. Gesellsch. Bd. II. 1851. p. 150. 314.

Virchow in seinem Archiv Bd. VII. 1854. p. 129.

Virchow gesammelte Abhandlung 1856. p. 136.

4) Leydig, Lehrbuch der Histologie 1857.

Führer[1]) weiter durchzubilden versucht, indem dieselben auch die capillaren Blutgefässe mit den Bindegewebszellen in Verbindung setzten.

Die Ansichten der letztgenannten Forscher waren zum Theil schon influenzirt von einem physiologischen Postulate Brücke's[2]). Dieser hatte auf Grund der von zahlreichen Forschern geführten Discussion über die Aufnahme des Fetts und kleiner, fester Theilchen vom Darmkanal und der Haut aus in die Säftemasse des Körpers, sowie auf Grund der Untersuchungen von Ludwig und Noll[3]) über den Einfluss der Blutbewegung auf die Lymphbildung, den Wurzeln der Chylus- und Lymphgefässe eine eigene Membran abgesprochen. Ihm schlossen sich eine Reihe von Anatomen und Physiologen an und zahlreiche Untersuchungen suchten seiner Hypothese einen thatsächlichen Boden zu geben. Ich glaube wenigstens in dieser Beziehung die Injectionen der Lymphgefässe des Hodens von Ludwig und Tomsa[4]), die Untersuchung von Tomsa[5]) über die Lymphgefässe der Hundeschnauze, die Arbeiten von Ludwig und Zawarykin[6]) über die Nieren und von Basch[7]) über das centrale Chylusgefäss der Darmzotten anziehen zu können. Alle diese von hoher technischer Vollendung zeugenden Arbeiten liessen in übereinstimmender Weise die wandungslosen Wurzeln der Lymphgefässe aus den Lücken und Spalten des Bindegewebes entstehen. Auch die von Schweigger-Seidel, Axel Key, Tomsa und W. Müller[8]) gewonnenen Resultate über den Ursprung und den Verlauf der Lymphgefässe der Milz konnten der Brücke'schen Behauptung nur als Stütze dienen.

---

1) Führer, Arch. f. physiolog. Heilkunde. Neue Folge. 3. Band. 1859. p. 145.

2) Denkschriften der Kais. Acad. d. Wiss. zu Wien. Matth. natw. Classe. Bd. VI. 1854. p. 99.

3) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX. 1850. p. 52.

4) Sitzungsberichte der k. k. Acad. d. Wiss. Wien, 1862. Math. natw. Classe. Bd. 46. Abth. 2. pag. 221.

5) Am gleichen Orte pag. 324.

6) Am gleichen Orte Bd. 48 Abth. II. p. 691. 1863.

7) Am gleichen Orte Bd. 51. Abth. 2. pag. 420. 1865.

8) Schweigger-Seidel, Untersuchung üb. d. Milz. Virch. Arch. 23 u. 27.
Axel Key. Virchow Archiv Bd. 21
Tomsa, Die Lymphwege d. Milz. Wiener Sitzungsberichte. Matth. natw. Cl Bd. 48. Abth. 2. 1863.
W. Müller, Ueber d. feineren Bau d. Milz. Leipzig u. Heidelberg. 1865.

Gegenüber diesen so übereinstimmenden Resultaten hatte indessen schon Teichmann[1]) die Anfänge der Lymphgefässe in mit eigenen Wandungen versehene Canäle und zellenähnliche Gebilde verlegt, hauptsächlich wegen der scharfen, geschlossenen Contouren der Lymphgefässe, die seine Injectionspräparate darboten. Frey[2]) und His[3]) bestätigten in vollem Masse die geschlossenen Begränzungen, allerdings ohne daraus auf eigene Membranen zu schliessen, welche durch die damaligen Hülfsmittel nicht nachweisbar waren. Sie näherten sich in dieser Weise den Brücke'schen Postulaten, differirten aber erheblich dadurch, dass sie, entgegen Brücke und Ludwig und den anderen genannten Autoren eine Communication mit den Gewebsspalten in verschiedenen Organen nicht nachweisen konnten. So war ein Widerstreit der Anschauungen gegeben, der trotz der allen Partheien gemeinsamen grossen Erfahrung im Injiciren eine Verallgemeinerung der an verschiedenen Organen gefundenen Resultate nicht gestattete.

Mit dem Erscheinen der von Recklinghausen'schen[4]) Schrift über die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe gewann die ganze Frage eine wesentlich andere Fassung. Durch methodische Ausbildung der bereits von His[5]) geübten Imprägnation thierischer Gewebe mit salpetersaurem Silberoxyd gelang es ihm, an der Innenfläche der Lymphgefässe eine Auskleidung mit dünnen, platten Zellen nachzuweisen. Die Art und Weise der Verbindung der Lymphgefässe mit seinen Saftkanälchen liess v. Recklinghausen in der eben genannten Publication noch unentschieden; allein eine Reihe bald erfolgender Arbeiten von ihm selbst, von His, Oedmannson[6]) und vielen

---

[1]) L. Teichmann, Das Saugadersystem vom anatom. Standpunkt. Leipzig, 1861.

[2]) Frey, Ueber die Lymphgefässe der Colonschleimhaut. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft. Zürich, 7. Jahrgang 1862.

Frey, Ueber Chylusgefässe der Dünndarmschleimhaut. Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. 13.

[3]) His, Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers und über die Theorien der Lymphbildung. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 12. 1863.

[4]) Berlin, 1862.

[5]) W. His, Beiträge zur normalen und patholog. Histologie der Cornea Basel, 1856. p. 67.

[6]) v. Recklinghausen zur Fettresorption. Virch. Arch. Bd. 26. 1863.

Andern liessen mit grosser Wahrscheinlichkeit diese Verbindung durch eigenthümliche, zwischen den Endothelplatten gelegene, rundliche, durch Silber sich dunkler färbende Gebilde geschehen. Somit hatte die Frage jetzt die Fassung erhalten, ob und in welcher Weise die Silberbilder objective Wahrheit besitzen und insbesondere ob die Stomata als Lücken, welche aus dem Innern der Lymphgefässe in die Spalten oder Saftcanäle oder endlich in die serösen Höhlen führen, anzusehen seien.

Von verschiedenen Seiten, hauptsächlich von Harpeck, Hartmann und Adler[1]) wurde eine Unsicherheit, ja Gefährlichkeit der Imprägnationsmethode mit Silber behauptet, aber zahlreiche genaue Untersucher, Eberth und Broueff, Klebs, Auerbach, Aeby[2]) bestätigten von Neuem, theils durch Isolationen, theils durch Nachweis der zu den Zellplatten gehörigen Kerne den Werth des neuen Färbemittels in Bezug auf die Hervorrufung der Contouren des Endothels[3]) nicht nur der Lymphgefässe, sondern auch der Blutgefässe und der serösen Häute. Allein hinsichtlich der Art und Weise des Zustandekommens der schwarzen Linien an den Rändern der Endothelien verliessen mehrere die ursprüngliche v. Recklinghausen'sche Ansicht. v. Recklinghausen hatte die genannten Linien angesehen als den Ausdruck einer zwischen den Rändern der Endothelzellen befindlichen Kittsubstanz, und seine Ansicht war von den

---

W. His, Ueber das Epithel der Lymphgefässwurzeln, Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. 13. 1863.

E. Oedmanson, Beitrag zur Lehre vom Epithel. Virch. Arch. Bd. 28. 1863.

1) Harpeck, Ueber die Bedeutung der nach Silberimprägnation auftretenden weissen Lücken und spaltähnlichen Figuren in der Cornea. Reichert und Du Bois Archiv f. Anatomie und Physiologie 1864.

Hartmann, Ueber die durch den Gebrauch der Höllensteinlösung künstlich dargestellten Lymphgefässanfänge. Ebendaselbst.

Adler, Vorläufige Mittheilung über eine mittelst Silberimbibition gemachte Beobachtung. Zeitschr. f. nat. Med. 3. Serie. Bd. XXI.

2) Broueff und Eberth, Zur Kenntniss der Epithelien. Würzburg. natwiss. Zeitschr. Bd. V. 1864.

Klebs, Centralbl. d. medic. Wissensch. 1864. No. 33.

Auerbach, Centralbl. d. medic. Wissensch. 1865. No. 12.

Eberth, Centralblatt d. medic. Wissensch. 1865. No. 13.

Aeby, Centralblatt d. medic. Wissensch. 1865. No. 14.

3) Histiogenetische Bezeichnung nach His, die Häute und Höhlen des Körpers. Basel. 1865.

obengenannten Autoren in gleicher Form stillschweigend angenommen worden. Gegen dieselbe erklärte sich zuerst Auerbach[1]). Nach seinen Untersuchungen sollten die Ränder der Endothelplatten auf das Innigste verschmolzen sein. Die so gebildete Membran sei nur entsprechend den Vereinigungsstellen der einzelnen Platten rinnenförmig verdünnt und in diesen Rinnen werde der flüssige, eiweissreiche Inhalt des Lymphgefässes durch Capillarität sehr energisch zurückgehalten, und durch die Silberlösung in Form einer breiteren oder schmäleren, durch Einfluss des Lichtes sich schwärzenden Linie gefüllt. Er stützt diese Ansicht auf das je nach Umständen bald breiter, bald schmäler erfolgende Auftreten der schwarzen Linien und durch die Beobachtung, dass der Niederschlag öfters auf kleinere oder grössere Strecken abbröckele, ohne dass dadurch die Continuität der feinen Zellmembran gestört werde. Zu etwas abweichenden Resultaten kam Schweigger-Seidel[2]) in einer ausführlichen Arbeit, welche die Silberimprägnation als Methode prüfte. Er stützt seine Ansicht hauptsächlich auf den Versuch, die Silberlinien auf vorher mit 4procentiger Zuckerlösung abgespülten serösen Membranen hervorzurufen. Da das Experiment entweder gar keine oder nur sehr feine Silberlinien ergab, so schloss er, dass die den Silberniederschlag hervorrufende Substanz abgewaschen werden könne ohne Verletzung der Zellplatten. Die darauf zu basirende einfachste Erklärung sei die Annahme, dass zwischen den unverschmolzenen Zellrändern eine Eiweissschicht liege, die vielleicht zähflüssig wohl als Kittsubstanz wirken, aber nicht als organisirtes Gebilde, Kittleiste im Sinne v. Recklinghausen's, aufzufassen sei. Schweigger-Seidel nähert sich somit, obwohl er die Auerbach'schen Anschauungen nicht vollständig widerlegen kann, wieder der v. Recklinghausen'schen Erklärung, indem er hauptsächlich nur bezüglich der Consistenz der Kittsubstanz und ihrer Deutung abweicht. Die Auffassungen beider Forscher haben etwas bestechendes an sich, nämlich die einfache Erklärung der Stomata als breiterer Lücken zwischen den Zellen, die mit der gleichen zähflüssigen Eiweissubstanz ausgefüllt sind. Schwalbe[3]) welcher die Endothelien des Arachnoidealraumes

---

[1]) L. Auerbach. Virchow Archiv. Bd. 33. 1865.

[2]) Schweigger-Seidel, Arbeiten der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1866.

[3]) Schwalbe, Archiv für microscop. Anatomie. Bd. VI. p. 1. 1870.

des Auges insbesondere studirte, verbindet gewissermassen die Ansichten von Recklinghausen's mit denen von Auerbach. Der Silberniederschlag erfolgt seinen Untersuchungen zufolge in seichten Vertiefungen am Rande der Endothelien, doch kann man in manchen Fällen eine Kittsubstanz durch Aenderung der Einstellung als schmale, hellglänzende Linie nachweisen. In anderen Fällen soll jedoch die Kittsubstanz fehlen, so vor Allem am Endothel des Arachnoidealraums. Er schliesst letzteres insbesondere aus der Unmöglichkeit, die einzelnen Zellplatten an dem genannten Orte zu isoliren. Ueberblickt man die verschiedenen Anschauungen über die Verbinduug der endothelialen Zellplatten, so hält es schwer, sich unbedingt für die eine oder die andere zu entscheiden, zumal die Möglichkeit nicht abzuweisen ist, dass entsprechend den verschiedenen Aufgaben der Endothelien der einzelnen Organe auch ihre Verbindung zu Häuten bald mehr, bald weniger innig gebildet ist. Aber jedenfalls zeigt sich die ziemlich allgemeine Uebereinstimmung betreffs der Existenz der durch die Silberniederschläge umgrenzbaren zelligen Elemente der Intima der Lymphgefässe.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der verschiedenen in den Kittleisten beschriebenen und für Stomata erklärten Gebilde, so tritt uns auch hier nur eine unvollständige Uebereinstimmung der von verschiedenen Forschern an verschiedenen Organen gefundenen Formen entgegen. v. Recklinghausen hatte in seiner Publication über Fettresorption an der Peritonealseite des Zwerchfells vom Kaninchen unter seinen Augen an einzelnen, engbegrenzten Stellen die Fettkügelchen der aufgegossenen Milch nach Art kleiner Strudel in die Lymphgefässe eintauchen sehen, und war im Stande gewesen, genau an den entsprechenden Punkten nachträglich durch Silberlösung in den Kittleisten rundliche, dunkel gefärbte Punkte nachzuweisen. Er glaubte, auf diese Beobachtung gestützt, die Existenz rundlicher mit Flüssigkeit gefüllter Oeffnungen zwischen dem Endothel der Serosa und ihre Coincidenz mit den durch Silberlösung als runde dunkle Stellen in den Kittleisten nachweisbaren Gebilden annehmen zu dürfen. Oedmannson, der fast gleichzeitig unter seiner Leitung das Mesenterium des Frosches in dieser Richtung hin untersuchte, unterschied eine grössere Anzahl von Formen: feine schwarze, in die Kittleisten eingeschobene Ringe mit heller Mitte, die er mit Sicherheit als Stomata deutete, grössere und

kleinere, ganz dunkel gefärbte umschriebene Verbreiterungen der Kittleisten, die er entweder für Stomata oder für im Durchtreten begriffene Zellen erklärte, endlich ebensolche kleinere schwarze Punkte, unter welchen rundliche, zum Theil in die Kittleiste ragende Zellen liegen. Letztere glaubte er möglicher Weise für junge, sich einschiebende endotheliale Elemente halten zu dürfen. Diesem, von Oedmannson behaupteten Reichthum der Formen gegenüber, leugnete Auerbach vollständig die Existenz der Stomata. Die kleinen, von schwarzen Linien umsäumten Felder, die er zwischen den Endothelien fand, erklärte er als abgeschnürte Theile von Endothelplatten und nannte sie Schaltstücke. Die dunklen, runden Gebilde sollten seiner Meinung nach durch Präcipitation des freien Lymphgefässinhalts entstehen. Indessen konnte Auerbach mit seiner allzu absprechenden Meinung keine allgemeinere Anerkennung gewinnen, obwohl Schwalbe[1]) neuerdings sich seiner Auffassung im Wesentlichen anschliesst. Dybkowsky[2]) will von den Lymphgefässen aus die Stomata der Pleura costalis mit gefärbtem Leim gefüllt haben. Schweigger-Seidel und Dogiel[3]) wiesen in der zwischen Bauchhöhle und Cysterna lymphatica magna des Frosches gelegenen feinen Bindegewebsmembran ausgebildetere stomatische Apparate nach. Im Umkreis der Oeffnungen der Bindegewebsmembran gruppirten sich die Endothelien des Lymphsacks in radiärer Anordnung. Die Kerne der Endothelien lagen fernerhin excentrisch, unmittelbar am Rande des Stoma. Auf der Peritonealseite finden sich ausserdem im Umkreis der Stomata bei geschlechtsreifen, weiblichen Individuen Flimmerzellen. Es folgten noch eine Reihe von weiteren Arbeiten über die gleiche Frage, von denen ich nur die von C. Ludwig und Schweigger Seidel[4]), sowie die vorläufigen Mittheilungen von Klein und Burdon-Sanderson[5]) hervorheben will, und die sich alle mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit für die Existenz der Stomata aussprachen. Aber immerhin verdient ein Punkt Erwähnung, nämlich die geringe Beständigkeit des Auftretens dieser Gebilde an den verschiedenen Orten. Es wäre in der That denkbar, dass verschie-

---

1) l. c.
2) Arbeiten aus d. physiolog. Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1866. pag. 40.
3) Arbt. d. physiolog. Anstalt. Leipzig, Jahrgang 1866. p. 68.
4) Arbeiten d. physiolog. Anstalt zu Leipzig Jahrgang 1866. pag. 174.
5) Centralblatt d. medicin. Wissenschaften 1872.

dene physiologische und pathologische Zustände der Ernährung und des Säftestroms in den Geweben die Ursache dieser Inconstanz wären. Die darauf gerichteten Versuche v. Recklinghausen's an serösen Häuten haben keinen Entscheid zu bringen vermocht. Dagegen hat unlängst J. Arnold[1]) diese Frage an den durch venöse Stauung veränderten Blutgefässwänden eingehender erforscht. Er lieferte den Nachweis, dass unter diesen Verhältnissen die rothen und weissen Blutkörper an den Stellen der Stomata die Gefässbahn verlassen. Die Stomata erscheinen bei Silberfärbung als rundliche, dunkle Kreise mit etwas lichterer Mitte, welche bei venöser Stauung aus den punktförmigen Verbreiterungen der Kittleisten der normalen Gefässe entstehen. die J. Arnold zur Unterscheidung mit dem Namen Stigmata belegt. Dabei lässt er unentschieden, ob nicht auch eine Vermehrung dieser Poren durch die genannte Circulationsstörung eingeleitet werde.

Alle diese Untersuchungen haben der Lehre von der Existenz der Stomata eine so breite anatomische Grundlage gegeben, dass auf Grund bisher bekannter Thatsachen dieselbe nicht leicht bestritten werden kann. Sie haben dadurch dem physiologischen Postulate Brücke's im Wesentlichen Genüge geleistet und offene Verbindungen zwischen den Lymphgefässen und den umgebenden Geweben nachgewiesen, wenn auch über einige Verhältnisse, bezüglich des Bestehens dieser Verbindungen unter verschiedenen Bedingungen der Gewebsernährung unsere Erfahrungen noch Lücken aufzuweisen haben. Von grösstem Interesse für die weitere Beurtheilung der Frage wäre nun eine genauere Bekanntschaft mit den Beziehungen der Gewebe, insbesonders des Bindegewebes zu den Lymphgefässwurzeln. Indessen sind die darauf bezüglichen Untersuchungen v. Recklinghausen's so verschieden beurtheilt worden und sind in der Neuzeit so verschiedene Ansichten über die mit dieser Frage zum Theil zusammenfallende Bindegewebsfrage geäussert worden, dass ich umsomehr von einem geschichtlichen Rückblick auf dieselben abstehn zu sollen glaubte, als das Ziel und die Methoden meiner Untersuchungen nicht geeignet waren, neue, klare Bilder über den Aufbau des Bindegewebes zu geben, welche entweder die bestehenden Anschauungen bestätigen oder dieselben erweitern

[1]) J. Arnold über Diapedesis. Virch. Arch. Bd. 58. p. 203. 1873.

konnten. Dahin aber scheinen alle diese Anschauungen sich vereinigen zu wollen, dass im Bindegewebe sich zellenführende Spalträume finden, welche mit den stomatischen Oeffnungen des Lymphgefässes in Continuität stehen, und darin finden die differenten Resultate der Injection der Lymphgefässe mit farbigen Massen ihre Erklärung.

Die bezüglich der Wandungen der Lymphgefässwurzeln gewonnenen Resultate sind von Bedeutung für die Beurtheilung des von so vielen Anatomen und Physiologen der Vorzeit. Nuck, Cowper, Albert von Haller[1]) und Anderen behaupteten Uebergangs von Injectionsflüssigkeiten vom Blut- in's Lymphgefässsystem, Behauptungen, die späterhin von Herbst[2]) und neuerdings von Carter[3]) zu stützen versucht worden sind und denen Schweigger-Seidel[4]), wenigstens für lebende und gesunde Thiere entgegentreten zu müssen glaubte. Der Nachweis der Stomata an Blut und Lymphgefässen und das Studium der Circulationsstörungen hat die Möglichkeit eines derartigen Uebertritts der Injectionsmassen beinahe gesichert. Von viel grösserem Interesse jedoch erscheint eine andere Reihe von Beobachtungen und Versuchen, die ebenfalls schon bald nach Entdeckung der Lymphgefässe gemacht wurden und deren feinerer Ausbildung wir bedeutungsvolle Aufschlüsse über die aufsaugende Thätigkeit der Lymphgefässe und die Function der Stomata verdanken. Schon die älteren Anatomen Nuck, Haller, Sabatier[5]) hatten öfters in den Lymphgefässen eine mehr oder weniger blutroth gefärbte Lymphe beobachtet und das Vorkommen rother Blutkörper constatirt. Genauere darauf bezügliche Nachrichten finden sich bei Mascagni[6]). Dieser beobachtete in Lymphgefässen,

---

[1]) Nuck, Adenographia, Caput IV. C. Cowper anat. corp. human. p. 51. Albert v. Haller elementa physiologiae, Tom. I. p. 109.

[2]) G. Herbst, Das Lymphgefässsystem etc. Götting 1844. pag. 57. u. ff.

[3]) Dr. Carter, the Distal Communication of the Blood Vessels with the Lymphatics, and on a Diaplasmatic System of Vessels. Journ. of Anat. u. Physiolog. Vol. IV. 1870.

[4]) Schweigger-Seidel, Studien des physiolog. Instituts zu Breslau. 1861.

[5]) Nuck, l. c. lympham rubicundo colore tinctam Haller l. c. Sabatier Remarques sur le canal thoracique. Histoire de l'acad. des sciences, an 1870, letzteres stand mir nicht zu Gebote, ich referire nach Breschet.

[6]) Mascagni, Vasor. lymphat. corp. hum. historia et ichnographia Senis 1787.

welche von Entzündungsherden wegführen, rothe Blutkörper, ebenso erkannte er am Sectionstisch die Aufnahme der Blutkörperchen seitens der Lymphgefässe aus traumatischen Blutergüssen in die Pleura- und Peritonealhöhle, Beobachtungen, welche von Cruikshank, Soemmering, Collard de Martigny, Lauth, Breschet und Herbst[1]) unter verschiedenen Bedingungen wiederholt wurden. Indessen blieb Mascagni bei diesen Beobachtungen nicht stehen, er erwies ihre Deutung auch experimentell. Er brachte mit lauem Wasser verdünnte Tinte in das Cavum peritorei frischer Leichen und constatirte die Aufnahme derselben in die oberflächlichen Lymphgefässe. Dieses Experiment, von Lauth mit gleichem günstigen Erfolg wiederholt, wurde indessen erst nach der v. Recklinghausen'schen Arbeit über Fettresorption feiner ausgebildet und zu einer wichtigen Methode erhoben. v. Recklinghausen nahm den Versuch unter dem Microscop vor und es gelang ihm, wie schon oben berührt, auf diese Weise den Vorgang in einzelnen seiner Details zu verfolgen, und insbesonders die Coincidenz des Orts des Durchschnitts der Milchkügelchen mit demjenigen der Stomata zu erhärten. Ludwig und Schweigger-Seidel[2]) vervollkommneten die v. Recklinghausen'schen Beobachtungen durch Beschreibung des ganzen Resorptionsapparats am Centrum tendineum, der mit den von Dybkowsky in der Pleura costalis beschriebenen Einrichtungen im Wesentlichen zusammenfällt. Demnach sind es die mit Endothel ausgekleideten Spalten zwischen den Radiarfasern des Centrum tendineum, welche einerseits durch Stomata mit dem Cavum peritonei zusammenhängen, andererseits in klappentragende Lymphgefässe einmünden und welche bei den verschiedenen Spannungszuständen des Zwerchfells und bei den Druckschwankungen des Inhalts der

[1]) W. Cruikshanck, the anatomy of the absorbing vessels etc. 1790.
Sam. Th. Soemmering, de morb. vasor. corp. hum. absorbent. 1795.
Collard de Martigny, Journal de Physiologie experimentale et pathologique par F. Magendie Tom VIII. Paris 1828. Dieses stand mir nicht zu Gebote, referire nach Herbst.
A. Lauth, essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strassbourg 1824. p 61.
G. Breschet, Le système lymphatique etc. Paris 1836 Fall v. Sanson d. Aelteren.
Herbst. l. c.

[2]) Arbeiten d. physiolog. Anstalt zu Leipzig. 1866.

Bauchhöhle als kleine Pumpapparate wirken. Eine Verallgemeinerung der am Centrum tendineum gewonnenen Erfahrungen auf die Beziehungen sämmtlicher Sehnen des menschlichen Körpers zu dem Lymphgefässystem erfolgte durch zwei weitere aus Ludwigs Laboratorium stammende Publicationen, die erste von Ludwig und Schweigger-Seidel[1]), die zweite von Pasehntin[2]). Sie erklären den grossen Einfluss der Muskelbewegung auf die Production der Lymphe, und sind auch in anderen Beziehungen von grossem Interesse.

Die gewonnenen Erfahrungen äusserten in Verbindung mit den Resultaten der Arbeiten v. Recklinghausen's, Virchow's[3]) über Wanderzellen und Cohnheim's[4]) über Entzündung und venöse Stauung sofort einen erheblichen Einfluss auf die schon seit Leeuwenhoek[5]) und Hewson[6]) erörterte und so verschieden beantwortete Frage nach Entstehung der farblosen Zellen der Lymphe. Hering[7]) war es, der zuerst die Frage in dieser Richtung angriff und auch alsbald, den unvollständig gestützten früheren Ansichten gegenüber, eine Entstehungsweise mit Sicherheit nachwies. Bekanntlich beobachtete er die Ueberwanderung farbloser Blutkörper aus den grossen Mesenterialvenen in die dicht anliegenden, weiten Lymphsinus, und wurden seine Beobachtungen sehr bald durch Cohnheim[8]), Lösch[9]), Arnold Heller[10]) bestätigt. Es knüpft sich an diese rasche Lösung der Frage sofort eine weitere, ob nämlich nachgewiesen werden kann, dass die Wanderzellen bei ihrem Eintritt

[1]) Die Lymphgefässe der Fascien und Sehnen. Leipzig, 1872.

[2]) Ueber die Absonderung der Lymphe am Arme des Hundes. Arbt. d. physiol. Anstalt. Leipzig, Jahrgang 1872.

[3]) v. Recklinghausen, Ueber Eiter und Bindegewebskörper. Virch. Arch. 28. 1863.

Virchow über bewegl. thierische Zellen. Dessen Arch. Bd. 28. 1863.

[4]) Cohnheim über Entzündung und Eiterung. Virch. Arch. 40. 1867 über venöse Stauung. Virch. Arch. Bd. 41.

[5]) opp omn. Lugdun Batav. 1722. p. 97.

[6]) experimental inquiries. London, 1774.

[7]) Zur Lehre vom Leben der Blutzelle. Wiener Sitzungsberichte. Mathem. natw. Classe. Bd. 56. Abth. 2. 1867.

[8]) Die embolischen Processe. Berlin, 1872. pag. 37.

[9]) Lösch, Beiträge zum Verhalten der Lymphgefässe bei der Entzündung. Virchow. Archiv. Bd. 44. 1868.

[10]) Arnold Heller, Untersuchungen über die feineren Vorgänge bei der Entzündung. Erlangen, 1869.

in die Lymphgefässe die Stomata passiren, und ob letztere, wie es sich aus den früheren Erfahrungen vermuthen lässt, als die ausschliesslichen Pforten für den Eintritt dieser Zellen in's Lymphgefäss anzusehen sind. Ich habe mir in dieser Weise die Frage ursprünglich gestellt und bin im Stande gewesen, sie durch direkte Beobachtung in positivem Sinne zu beantworten. Ehe ich mich jedoch zu diesen Beobachtungen wende, halte ich es für wünschenswerth, ein paar Worte über anatomische Verhältnisse der Froschzunge, welche mir das günstigste Terrain für die Versuche gewährte, vorauszuschicken.

Zur Anatomie der Froschzunge.

Die Muskelzüge, welche bekanntlich die Hauptmasse der Froschzunge repräsentiren, lassen sich, wie Fixsen[1]) beschrieben hat, in zwei Schichten trennen, eine longitudinale und eine transversale. Die erstere, zusammengesetzt aus den Bündeln des Musculus hyoglossus und genioglossus verläuft näher der unteren glatten Zungenfläche, die Letztere findet sich unmittelbar unter der papillentragenden oberen Zungenfläche ausgebreitet. An der mit der glatten Schleimhautfläche nach oben ausgespannten, lebenden Froschzunge bemerkt man vorzugsweise die Längsmuskelfaserschicht. Dieselbe tritt als compactes, etwas plattes Bündel in die Zunge ein, um sich etwa in der Mitte der Zunge allmählig in zwei nach den beiden spitzen Ecken hinziehende Bündel zu spalten. Es wird dadurch zuerst eine flache Rinne gebildet, welche in die fast ganz von Längsmuskelfasern freie, vordere mittlere Partie der Zunge ausläuft, und welche zur Aufnahme des grossen mittleren Lymphgefässstamms der Zunge bestimmt ist. Die Ramification der Gefässe ist aus Cohnheim's Schrift über die embolischen Processe[2]) hinlänglich bekannt. Die grossen Gefäss- und Nervenstämme liegen unmittelbar dieser Muskelschicht nahe ihren beiden äusseren Rändern auf[3]). So auch der grosse quere Verbindungszweig der Vena dextra und sinistra. Von diesem Verbindungszweig entspringt

---

[1]) Fixsen, De linguae raninae textura. Diss. inaug. Dorpat. 1857. Die mir bekannte, neuere, zum Theil für experimentelle Studien sehr interessante Literatur findet sich als Anhang besonders zusammengestellt.

[2]) Berlin, 1872.

[3]) Ich werde in Folgendem die Begriffe „unten“ und „oben“ immer so gebrauchen, wie sie an der mit der glatten unteren Fläche nach oben aus-

meist die Vena mediana, welche ihr Blut vorzugsweise aus der Nähe der Mitte des vorderen Zungenrandes bezieht, und demgemäss ziemlich genau in der Mittellinie von vorne nach hinten verläuft.

An der Basis der Zunge, vom Boden der Mundhöhle bis etwa in die Hälfte des Organs hineinreichend, befindet sich ein weiter Lymphsack. Derselbe communicirt mit den Lymphgefässen des Halses und mit denen des Daches der Mundhöhle, sowie auf Umwegen mit dem grossen Rückenlymphsack. Wenigstens findet sich, bei Injection reichlicher Mengen von Zinnober im letzteren, öfters eine gewisse Menge desselben in dem Zungenlymphsack. Die Deutung als Lymphsack habe ich jedoch auch noch durch Wiederholung der v. Recklinghausen'schen Experimente[1]), durch welche die Zugehörigkeit der Rücken- und Schenkellymphsäcke zum Lymphgefässsystem erwiesen wurde. gesichert. Die obere Wand dieses basalen Lymphsacks besteht nur aus einer sehr dünnen Membran, welche zusammengesetzt ist aus dem Endothel des Lymphsacks, einer feinen, sparsame Gefässreiserchen, Nerven und einige Muskelfasern einschliessenden Bindegewebslage und dem einschichtigen Flimmerepithel. Bei mässiger Ausdehnung der Zunge dürfte ihre ganze Dicke kaum merklich mehr betragen, als diejenige des Froschmesenterium. Die untere Wand dagegen ist sehr dick und undurchsichtig, sie setzt sich aus der ganzen mächtigen Muskellage, die noch durch die papillentragende Schleimhaut geschützt ist, zusammen. In den beschriebenen Lymphsack convergiren fast fächerförmig die grösseren Lymphstämme der Zunge. Unter ihnen kann man zunächst jederseits einen öfters doppelten Stamm unterscheiden, welcher die zusammen nach vorne verlaufenden Stämme der Arterie, Vene und der Nervus lingualis begleiten, um mit diesen gegen die vorderen Zipfel der Zunge zu ziehen. Von grösserem Interesse für die experimentelle Benützung ist der noch grössere, mittlere Lymphstamm, welcher die Vena mediana begleitet, indem er sich bald von oben oder von unten oder von den Seiten her genau an dieselbe anlegt[2]). Seine obere Wand ist, abge-

---

gespannten Zunge sich ergeben, weil alle meine Versuche bei dieser Lage des Organs angestellt sind.

[1]) Die Lymphgefässe etc. pag. 22.

[2]) Vergleiche Figur 1, auf welcher indessen die Injectionsmasse der Lymphgefässe so durchsichtig gedacht ist, dass sie die Betrachtung der ganzen unterliegenden Blutgefässausbreitung erlaubt.

sehen von etwas grösserem Reichthum an Gefässen, ebenso gebaut wie die obere des basalen Lymphsacks. Seine untere Wand ist wenigstens in den vorderen Abschnitten etwas durchsichtiger, indem die Längsmuskelfaserschicht fast ganz fehlt und die Querfaserlage gleichfalls bedeutend an Dicke abgenommen hat. Entfernt man also die undurchsichtige papillentragende Schleimhaut, so hat das Licht genügend Durchgang, um auch an trüben Tagen die Anwendung der stärksten Vergrösserungen zu gestatten. An nicht injicirten, lebenden Objecten stellt sich dieser Lymphsack dar als eine Reihe blasiger, mit klarer Lymphe gefüllter Hohlräume, an deren nicht geschlossenen Randcontouren man fast regelmässig bei 200—300facher Vergrösserung eine feine, mit spindelförmigen Anschwellungen versehene Membran erkennen kann. Dieselbe stellt sich in ähnlicher Weise dar wie die Intima lebender Blutcapillaren.

Das mediane Lymphgefäss zeigt von Stelle zu Stelle, öfters in der Nähe von gröberen Verzweigungen der medianen Vene, scharfe Einschnürungen, und an diesen Stellen erfolgt meistens eine Auflösung in 2 oder drei Aeste (cf. fig. 1). Diese verästeln sich weiter und bilden so eine gröbere Lymphgefässausbreitung, deren mittlere Abschnitte eine radiäre Anordnung besitzen, während entlang den Zungenrändern die Gefässabschnitte mehr dem Rande parallel verlaufen und sich einer kranzförmigen Anordnung nähern.

Was nun die feineren Verzweigungen der Lymphgefässe anbelangt, so beschreibt Langer[1]) ein zweites, der papillen- und drüsentragenden Schleimhaut eigenthümliches feineres Netz. Ich kann seine Angaben im Wesentlichen bestätigen. Auch gegen die glatte Zungenfläche steigen aus der oben beschriebenen gröberen Lymphgefässverbreitung zahlreiche feinere Aeste auf, um sich in der dem Epithel anliegenden Schicht zu verästeln. Die feinsten Aeste, welche ich gefüllt habe — meine Injectionen wurden sämmtlich durch Einstich an der lebenden Froschzunge ausgeführt — übertrafen an Dicke diejenige der capillaren Blutgefässe stets um das Doppelte oder Dreifache. Beziehungen zu den Blut-Capillaren habe ich keine nachweisen können. Doch gelang es mir öfters am lebenden Object entlang den Rändern der capil-

[1]) Ueber das Lymphgefässsystem des Frosches. Wiener Sitzungsber. Bd. 55. Abth. I. 1867.

laren Blutgefässe eine homogene Schicht nachzuweisen, in welcher ich sogar einigemale kugelige Wanderzellen zur Fluctuation bringen konnte. Es liegt nahe, diese Beobachtung mit der von Stricker in der Nickhaut gemachten zu vergleichen, zumal als ich auch zuweilen spindelförmige, zellige den Blutcapillaren parallele Elemente gesehen habe. In letzteren Fällen konnte ich mich jedoch nicht sicher von der Existenz plasmahaltiger Räume überzeugen. Ich glaube indessen, dass der Vergleich nicht durchführbar ist, weil Langer[2]) für die Stricker'schen Beobachtungen sehr wahrscheinlich gemacht hat, dass sie, wie Stricker gleichfalls annimmt, auf wirkliche Lymphgefässe zurückzuführen seien, während ich einigen Grund habe, die von mir beobachteten Räume für perivasculäre, nicht direkt mit Lymphgefässen zu identificirende Räume zu halten. Beobachtet man nämlich an den entsprechenden Blut-Capillaren die Auswanderungsphänomene, so bemerkt man, dass die weissen Blutkörperchen beim Eintritt in die erwähnten Räume der Zungenschleimhaut rasch kugelig und stark lichtbrechend werden, wie dies die Wanderzellen frei in Flüssigkeiten schwimmend zu thun pflegen. Indem sie dann weiter in die Gewebe eindringen, werden sie wieder auffallend blass, breiten sich weit aus und nehmen die verzweigten, unregelmässigen Formen an, die ihnen vorzugsweise bei der Wanderung im Gewebe zukommen. Diese Verschiedenheiten des Aussehens prägen sich bei einiger darauf bezüglichen Erfahrung so lebhaft ein, dass man sehr geneigt wird, ihnen einen grösseren Werth beizulegen. Ich meinerseits glaube daraus folgern zu dürfen, dass die Wanderzellen die genannten, perivasculären Räume wieder verlassen, um in die Gewebsbahnen einzutreten. Da es aber unwahrscheinlich ist, dass sie, einmal in einem Lymphgefäss angekommen, dasselbe wieder verlassen würden, statt mit der Lymphe allmählig abgeführt zu werden, vermuthe ich, dass es sich hier nur um stärker dilatirte Gewebsspalten handle, ohne indessen dieser Beweisführung bindende Kraft zuzumuthen. Zur Vermeidung von Missverständnissen will ich noch hinzufügen, dass die Wanderzellen öfters auch im Gewebe eine rundliche Form annehmen und ihre amöboiden Be-

[1] Untersuchungen über d. capillaren Lymphgefässe der Nickhaut. Wiener Sitzungs-Berichte Bd. 51. Abth. 2. 1855.

[2]) l. c.

wegungen sistiren. Es scheint dieses besonders bei leicht oedematösen Zungen zuweilen vorzukommen, wo dann fast die Mehrzahl der im Gewebe liegenden Wanderzellen die beschriebene Form annehmen und sich nur durch geringeren Glanz von den im Lymphgefäss gelegenen Zellen unterscheiden.

Die Zungenlymphgefässe des Froschs sind ziemlich reich an Klappen, wie sich das ergibt aus der Unmöglichkeit von irgend einer Stelle aus ohne Anwendung von Gewalt grössere Strecken in peripherischer Richtung zu füllen.

Es erübrigt noch, über die Stomata der Zungenlymphgefässe, ihre Formen und Vertheilung einige Mittheilungen zu machen.

Eine sehr häufig anzutreffende Form der Stomata wird durch die von mir in Anwendung gebrachten Silberlösungen von 1 : 2000 bis 1 : 8000 in Gestalt von kleineren und grösseren schwarzen Punkten in den Kittleisten markirt. Sie liegen in den Kittleisten, besonders der Lymphgefässe kleineren Kalibers, zuweilen in kurzen Ketten nahe bei einander. Die grösseren Formen erscheinen allmählig im Centrum etwas heller, ohne jedoch dort aller Silberfärbung baar zu sein. Durch die grössten Formen habe ich, wie in Späterem folgen wird, weisse Blutzellen einwandern gesehen. Für die kleineren gelang mir dies nicht. Der Grund, warum farblose Blutkörperchen durch die kleineren Stomata nicht durchtreten, könnte in einer Capillaritätswirkung an den engen Oeffnungen bedingt sein. Eine zweite Form ist ziemlich ähnlich der von Schweigger-Seidel und Dogiel an dem Endothel der Cysterna lymphatica magna beschriebenen. Es sind dies helle, ziemlich grosse Lücken, welche im nächsten Umkreis entweder von einer dunkleren Zone, oder auch nur von einem Kranze dunkler Punkte umsäumt sind. Durch diese Form habe ich gleichfalls den Durchtritt von Wanderzellen beobachtet. Von den ebengenannten, als Stomata zu betrachtenden Gebilden sind unterschieden die öfters zerstreut im Bereich der Zellplatten auftretenden, glänzenden, schwarzen Punkte. Sie wären möglicherweise mit Auerbach als Niederschlag von Lymphgefässinhalt zu deuten, indessen lassen sie vielleicht auch eine andere Erklärung zu. Es finden sich nämlich in den lebenden, unversehrten Endothelien der Blut- und Lymphgefässe zuweilen kleine, stark glänzende Punkte, die zu Silber-Niederschlägen Veranlassung geben könnten, und auf welche ich nur kurz aufmerksam machen wollte.

Die Vertheilung der stomatischen Gebilde ist in den verschiedenen Abschnitten der Zungenlymphgefässe in Beziehung auf Formen und Zahl verschieden. In der endothelialen Auskleidung des basalen Lymphsacks finden sich relativ wenige und kleinere Stomata. Sie erscheinen hauptsächlich als dunkle Punkte von verschiedener Grösse mit und ohne hellere Mitte. Am medianen Lymphgefäss nimmt ihre Zahl erheblich zu, und kann man ausser ihnen auch noch die soeben beschriebenen, weiter offen stehenden Lücken nachweisen (cf. Fig. 6). An den nach dem vorderen Zungenrande zu sich verzweigenden kleineren Unterästen ist die Zahl der am lebenden Thier durch Silberlösung nachweisbaren Stomata sehr gross, so gross, dass sie fast an allen Rändern der Endothelplatten nachweisbar sind (cf. Fig. 2). Sie gehören meist der erstgenannten Form an. Die beschriebenen Verhältnisse kehren sehr regelmässig wieder bei den beiden von mir benützten Species Rana esculenta und R. temporaria.

Ich erlaube mir hier noch auf ein der Betrachtung wohl werthes Gebilde der Froschzunge einzugehen, das mit der Bearbeitung der vorliegenden Frage nur in entfernterer Beziehung steht. Es sind dieses kleine, in der glatten Zungenschleimhaut nachweisbare Wundernetze. Sie bestehen aus einem Knäuel von etwa einem Dutzend Gefässschlingen, welche ihr Blut erhalten aus einem, seltener zwei kleinen Arterienästen um dasselbe an etwa ebensoviele kleine Venenstämme abzugeben. Ich habe dieselben beobachtet, sowohl in der dünnen oberen Wand des basalen Lymphsacks und des medianen Lymphgefässes, als auch seitlich davon, und in einem der letzteren Fälle gelang es mir, mit der weiter unten zu beschreibenden Zinnoberemulsion ein feineres Lymphgefässästchen zu injiciren, welches unmittelbar unter dem Wundernetze vorbeilief, um gleich darauf mit einer runden Kuppe zu enden. Ob es indessen hier wirklich sein Ende fand, oder ob nur eine Klappe dem weiteren Vordringen der Injectionsmasse ein Ziel setzte, bleibe vorläufig dahingestellt. Sicher ist, dass das genannte Lymphgefäss, wie die meisten von gleichem Kaliber, sehr zahlreiche Stomata besass. Die Auswanderungsvorgänge zeigen sich an den beschriebenen Wundernetzen in sehr reichlicher Weise zu einer Zeit, wo dieselben in anderen Capillaren, sowie in den Venen nur ganz mässig ausgebildet

sind. Dadurch geräth das Netz bald in die Mitte eines ziemlich compacten Häufchens lymphoider Elemente, welches in exquisiter Weise den von Knauff[1]) und Anderen an der Oberfläche der Pleura und anderer seröser Häute vom Hund und Menschen beschriebenen lymphoiden Apparaten ähnlich ist. Am Frosch selbst wurden ganz ähnliche Gebilde von Langer[2]) durch Blutgefässinjection in der Wand der Bursa lymphatica iliaca nachgewiesen, und promicirten dieselben ein wenig in's Innere des Lymphsacks. Er erwähnt auch vergleichbarer Befunde von Leydig[3]) an den Lymphgefässen von Plagiostomen und Salamandra.

1) Knauff, Das Pigment d. Respirationsorgane. Virch. Arch. Bd. 39 p. 460.

2) Langer. l. c.

3) Leydig, Lehrbuch der Histologie 1857. p. 423.

Bahnen der Wanderzellen im Gewebe.

Die Untersuchungen von Recklinghausen's, Cohnheim's und Anderer haben uns bewegliche Zellen im Bindegewebe kennen gelehrt und nachgewiesen, dass dieselben mindestens zum grössten Theil von den farblosen Zellen des Blutes abzuleiten seien. Man hat diese Wanderzellen weiterhin in die meisten thierischen Gewebe verfolgt, man hat sehr ausführlich die Formveränderungen, welche sie bei ihren Locomotionen zeigen. beschrieben, allein die Beziehung dieser Ortsbewegungen zu etwaigen treibenden Kräften sind niemals in Discussion gezogen worden. Ich bin zur Verfolgung dieser Frage angeregt worden durch Beobachtungen, die ich bei Gelegenheit der im nächsten Abschnitt mitzutheilenden Versuche machte. Es fiel mir nämlich auf, dass die Wanderzellen auf ihrem Weg vom Blut- zum Lymphgefäss sich im Allgemeinen in ziemlich gerader Richtung bewegten, wie dies aus Fig. 6[1]) ersichtlich ist, und dass auch ihre Geschwindigkeit unter gleichen Verhältnissen annähernd gleich gross war.

Sucht man den gegebenen Bewegungserscheinungen auf experimentellem Wege näher zu treten, so muss man sich zunächst ein Object suchen, welches eine ganze Reihe von Bedingungen erfüllt. Es muss ein durch circulirendes Blut ernährtes Gewebe von grosser Durchsichtigkeit sein, um die oft sehr blassen Wanderzellen auch bei stärkerer Vergrösserung verfolgen zu können, es muss möglichst wenig heterogene Gewebselemente ein-

---

1) Bei dieser Figur sind nur die mit a. a. a. . . . bezeichneten Punkte wirklich protocollirte Orte derselben Wanderzelle im Verlaufe von circa $2^1/_2$ Stunden.

schliessen, nach keiner Richtung verletzt sein, um die Säftecirculation nicht etwa nach einer Stelle hin, wo Gewebsspalten offen stehen, abzulenken und schliesslich sollte es eine sehr feine Membran sein, um in allen Tiefen genau durchforscht werden zu können. Die dünne, obere[1]) Wand des basalen Lymphsacks der Froschzunge genügt diesen Anforderungen in ausgezeichneter Weise, man muss nur die dicke, undurchsichtige, untere Wand entfernen. Zu diesem Behufe durchschneidet man in der Mittellinie die undurchsichtige, papillentragende Schleimhaut von der Zungenbasis an bis etwa in die Mitte der Zunge, was ohne Blutung geschehen kann. Hierauf zerreisst man mit zwei feinen Pincetten die Bündel der hier alle der Länge der Zunge nach verlaufenden Muskelfasern der Quere nach, indem man nur Sorge trägt, die grossen Gefässe, die ihnen unmittelbar aufliegen, zu schonen. Kleinere Gefässe müssen gleichfalls meist zerrissen werden, doch steht die Blutung sehr rasch. Es liegt nun noch die dünne, untere Wand des basalen Lymphsacks vor, welche gleichfalls getrennt werden kann. Spannt man dann die Zunge mit der glatten Fläche nach oben auf einen geeigneten Objectträger, so besteht in der Mitte der Zungenbasis die ganze Dicke der Zunge nur aus der dünnen, oberen Wand des basalen Lymphsacks. Um diese weiterhin der microscopischen Untersuchung zugängig zu machen, muss der Ausschnitt des Objectträgers mit einem Deckglase geschlossen sein. Man bringt dann zwischen letzteres und die Froschzunge eine Luftblase oder $^3/_4$ procentige Kochsalzlösung, welche die dünne Membran emporhebt, so dass sie sich an ein übergelegtes, passend gestütztes Deckglas glatt anlegt. Das so gewonnene Object ist oben von dem microscopisch kaum sichtbaren Flimmerepithel der Mundhöhle bekleidet. Die Flimmerhärchen erscheinen als kleine, dunkle, wie ein Kornfeld wogende Punkte. Die Blutgefässe sind sparsam, die bindegewebige Grundlage ausser von ihnen nur von einzelnen Muskelfasern und Nerven durchsetzt. Bindegewebskörper sind gleichfalls erkennbar und zwar die von Cohnheim[2]) an der Froschzunge beschriebenen Formen, welche mit den von Kühne[3]) am Froschschenkel gefundenen in vielen Beziehungen übereinstimmen.

---

[1]) cf. Anmerkung auf pag. 13.

[2]) Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebskörperchen bei der Entzündung. Virch. Arch 45. 1869.

[3]) Kühne, Das Protoplasma. Leipzig 1864.

Mit starken Immersionslinien lässt sich im Bindegewebe, besser noch in der über dem medianen Lymphgefäss befindlichen Membran, ein fein faseriges Gewebe erkennen. Die Faserzüge sind entweder mehr parallel geordnet, oder sie convergiren stellenweise an einen Punkt, wo dann eine sehr feinkörnige Masse sichtbar wird. Klarer noch sind diese letzteren Verhältnisse bei oedmatösen Zuständen der Zunge zu sehen. Gegen das Lymphgefäss zu ist das Object durch die im vorigen Abschnitt genauer gewürdigte endotheliale Auskleidung gedeckt.

Es fragt sich nun, in wie weit die so präparirte Zungenschleimhaut den oben gestellten, strengen Anforderungen genügt. An Dünne und Durchsichtigkeit lässt das Object nichts zu wünschen übrig, auch ist seine Zurichtung eine solche, dass dieselbe viele Stunden lang ohne Aufsicht unverrückt bestehen bleibt und das Präparat sich daher ausser zu genauen micrometrischen Untersuchungen auch sehr schön zu Vorlesungsdemonstrationen über Flimmerbewegung, Kreislauf u. Kreislaufstörungen, Wanderzellen etc. eignet. Aber viel schwieriger dürfte der Nachweis zu führen sein, dass die Circulation des Bluts und die Ernährung der Gewebe im Wesentlichen normale Verhältnisse darbieten. Abgesehen von der Wirkung des Curare auf Herz und Gefässe ist es die, wenn auch geringe Spannung, und die für die vorliegenden Experimente durchaus nöthige vollständige Bewegungslosigkeit der Gewebe, welche den Säftestrom in denselben und die Fortbewegung der Lymphe erheblich verlangsamen. Da wir indessen späterhin, um den Austritt von Wanderzellen aus den Gefässen hervorzurufen, erhebliche Störungen der Bluteirculation einleiten, die ihrerseits den trägen Strom der Parenchymsäfte viel reichlicher speisen, so dürften doch vorläufig die genannten Fehlerquellen unberücksichtigt bleiben. Ja der Ausfall der spontanen Beweglichkeit der Zunge lässt die Wirkung anderer Treibkräfte nur um so deutlicher hervortreten. Auch der ungewöhnliche Inhalt des Lymphsacks, Luft oder $^{3}/_{4}$ $^{0}/_{0}$ Kochsalzlösung gibt zu keinen tieferen Ernährungsstörungen Anlass. Beim Einbringen von Luft bleibt immer noch eine dünne Lympheschicht an der Innenfläche der oberen Lymphwand hängen, und eingeführte Kochsalzlösung wird durch neu gebildete Lymphe bald verdrängt. Das beste und schärfste Mass für die Grösse der Gewebsalterationen bietet das Verhalten der Circulation des Blutes. Im Anfange findet eine lebhafte

Beschleunigung des Blutstroms mit Erweiterung der Gefässe statt, und während diese Störungen abklingen, kommt es zur Extravasation weisser und sparsamer rother Blutkörper. Aber bald schwinden an gut gelungenen Präparaten diese Störungen fast vollständig, man kann manchmal lange warten müssen, bis sich an der gewählten schönsten Stelle des Präparats ein weisses Blutkörperchen zur Auswanderung entschliesst. Die Circulation ist also beinahe ungestört, und da die Gewebe einerseits durch intactes Epithelium, andererseits durch unverletztes Endothel und eine Schicht Lymphe, wie sie diese Gewebe de norma bespült, gedeckt ist, so darf man annehmen, dass etwaige Strömungen von Parenchymsäften wesentlich in ihren normalen Bahnen sich bewegen. Durch Anwendung schwacher Reizmittel, wiederholtes Unterfliessenlassen von $^3/_4$ % Kochsalzlösung und dergleichen, kann man dann die mit Auswanderung weisser Blutkörperchen einhergehenden Circulationsstörungen wieder einleiten, falls dieselben erheblich nachlassen.

Zur Aufzeichnung der zu verfolgenden Bahnen der Wanderzellen besitzen wir bis jetzt keine vollkommenen Methoden, da die fraglichen Zellen oft so blass werden, dass ihre Projection auf ein weisses Papier mittelst der Camera lucida auf Schwierigkeiten stösst. Am einfachsten und zweckmässigsten fand ich, zuerst durch die Camera lucida von Oberhäuser ein genaues Bild des Beobachtungsfeldes aufzunehmen mit detaillirter Ortsbestimmung aller fixen Bindegewebskörper und anderer unverrückbarer Marken und dann mittelst des auf diese Weise erheblich verschärften Augenmasses die einzelnen Stellungen der Wanderzellen durch punktirte Linien zu verfolgen. Die Methode ist, wie gesagt, nicht sehr genau, doch gelingt es bei einiger Uebung leidlich treue Bahncurven zu erhalten. Bald ergab sich auch, dass es wünschenswerth sei, einen Anhaltspunkt über die Tiefendimensionen zu bekommen, und ich verwendete dazu einen Apparat, der wesentlich in einer Reproduction, der von Dakin, Harting, Welker und Wertheim[1]) angegebenen Vorrichtungen besteht. Ich brachte am Knopf der Stellschraube des Microscops eine circa 5 Centimeter lange, feststellbare Nadel

[1]) Dakin, Phil. Magaz. IV. p. 429. 1828. Harting 1838 s. „Mikroscop". Braunschweig, 1859. Bd. II, p. 268. Welcker in: Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Eckhard. Giessen, 1860. p. 48. Wertheim Wiener Sitzber. Bd 45. Abth. 2. 1862.

an, welche über einem horizontalen in 180° getheilten Halbkreise spielte. Durch genaue Ausmessung der Höhe der Windungen der Stellschraube des Microscops bestimmte ich den Werth eines Grades der Bogentheilung auf 0,0013 Millimeter, was bei Correction mittelst des von Welcker für Blutserum angegebenen Factors 1,39 für jeden Grad den Werth von 0,0018 Millimeter ergab.[1]) Bei Anwendung eines Objectivsystems No. 8. von Hartnack gelingt es auch mit grosser Bestimmtheit so feine Unterschiede der Tiefendimension zu erkennen. Mit diesem Apparat mass ich nun jeweils die Entfernung von der Oberfläche des Epithels bis zu der betreffenden Wanderzelle. Am Epithel stellte ich immer auf diejenige Stelle ein, wo die als dunkle Punkte erscheinenden Cilien bei Hebung des Tubus in weisse, glänzende Punkte übergingen.

Durch die mit Hülfe der Tiefenmessung verschärften Beobachtungen ergab sich sofort ein wichtiger Punkt bezüglich der Dicke der zur Beobachtung verwendeten Membran. In der unmittelbaren Nachbarschaft der Blutgefässe, auch der feinsten Capillaren, zeigt die Membran eine um vieles grössere Dicke, so dass eine Wanderzelle, welche in einer Tiefe von 9 bis 10 Grad der Schraubendrehung z. B. aus der Capillare auswanderte, kaum 0,03 Millimeter weit in's Gewebe gelangt, schon in 6 Grad Tiefe liegt und später noch scheinbar auf 4 Grad Tiefe steigt, um fernerhin für längere Zeit in diesem Abstand vom Epithel weiter zu wandern. Da sämmtliche aus einer und derselben Stelle der Capillarbahn auswandernden Zellen diese Niveaudifferenz durchmachen, ergibt sich für jeden einzelnen Fall leicht eine Correctionszahl, welche die Messungen auf eine durch die Mitte der durch den Druck des Deckglases unbeeinflussten Membran gelegte Ebene reducirt. Man muss nämlich annehmen, dass die horizontal gestreckten Gewebsbahnen an der Stelle des Blutgefässes etwas nach unten eingebogen seien, weil das ebene Deckglas die firstförmig prominirende, das Gefäss einschliessende Stelle der oberen Wand des Lymphsacks nach unten drängt. Die Thatsächlichkeit des Dickerseins der Membran wird am besten constatirt, wenn dem Inhalte des Lymphsacks zellige

---

[1]) Der Welcker'sche Factor möchte für Objective von verschiedenem Oeffnungswinkel verschieden ausfallen, doch ergibt sich aus folgendem, dass eine weiter geschärfte Genauigkeit gegenüber den anderen, viel grösseren Fehlerquellen ohne Einfluss auf die Resultate sein muss.

Elemente oder specifisch leichte Farbstoffe beigemischt sind, und man von diesen aus direkt bis zur oberen Fläche des Epithels misst.

Sucht man sich ein Bild zu machen von den Fehlerquellen der Methode, so wäre der oben in der Anmerkung berührte Fehler in der Uebertragung von Welcker's Constanten auf mein Instrument durch Neuberechnung zu eliminiren. Obwohl er einerseits nicht gross ist und andererseits die bezüglichen Berechnungen wenig Zeit in Anspruch nehmen würden, eliminirte ich ihn vorläufig dadurch, dass ich überhaupt nur die Zahl der von der Schraube durchlaufenen Bogengrade notirte und mit relativen Werthen arbeitete. Ein zweiter Fehler beruht in der, sowohl bei verschiedenen Präparaten, als bei demselben Präparat zu verschiedenen Zeiten wechselnden Dicke der zwischen Object und Deckglas liegenden capillaren Flüssigkeitsschichte. Man kann ihn vermindern dadurch, dass man überschüssige Flüssigkeit immer von der Oberfläche der Zunge abzieht, ohne desshalb befürchten zu müssen, dass das Präparat eintrocknet. Ein dritter Fehler, wahrscheinlich der geringste, beruht in der grösseren oder geringeren Unsicherheit, die obengenannte Stelle der Wimperhaare einzustellen. Im Ganzen kann man somit die Fehlerquellen nicht ganz ausschliessen, allein, dass sie auf ein geringes Mass zurückgeführt werden können, ergibt die Anwendung der Methode. Während eines Versuches gelingt es, ein fixes Bindegewebskörperchen z. B. bei aller Vorsicht immer auf einen Bogengrad genau in derselben Tiefe unter dem Epithel zu finden.

Mit Hülfe dieser Methoden kann man nun einen ziemlich genauen Einblick in die Bewegungen weisser Blutkörper erhalten, doch kann ich nach dem gegenwärtigen Stande meiner in dieser Richtung gesammelten Erfahrung kaum mehr als einen fragmentarischen Abriss geben, der jedoch immerhin einige interessantere Thatsachen bringen dürfte. Betrachten wir zunächst die Bahnen von Wanderzellen, welche extravasirt sind aus einer ziemlich gerade verlaufenden Capillare, die beiderseits ziemlich weite, gefässlose Parthieen ernährt. Die ausgewanderten Zellen nehmen in der Tiefenrichtung in der Membran die verschiedensten Stellungen ein, da aber die einzelnen Zellen längere Zeit in der einmal eingenommenen Tiefe weiterwandern und je nach der Tiefe einigermassen verschiedene Bahnen zurücklegen, will ich bei der Besprechung die dicht unter dem Epithel in einer Tiefe bis etwa

zu 6 Bogengraden wandernden von den unterhalb sich bewegenden trennen, obwohl, wie sich gleich ergeben wird, die Grenze ziemlich willkürlich gezogen ist. Die Beobachtung beginnt von dem Augenblick an, da die mit längeren oder kürzeren Ausläufern an der Gefässwand haftenden Zellen diesen Fortsatz loslösen, einziehen und in's Gewebe weiter wandern.

Die von der gerade verlaufenden Capillare aus in die oberflächlicheren Gewebsschichten eindringenden Zellen liegen meist schon zur Zeit, wo sie sich vom Blutgefäss ablösen, in der entlang dem Blutgefäss etwas dickeren Membran in höheren Einstellungen als die successive tieferen Gewebsschichten zustrebenden Wanderzellen. Sie entfernen sich, wenn man die ganze Länge ihrer Bahn betrachtet in annähernd senkrechter Richtung vom Gefäss und bleiben, einmal eine kurze Strecke von letzterem entfernt, auch meist längere Zeit auf ein bis zwei Bogengrade genau in derselben Tiefe. Diese Richtung wird im Grossen und Ganzen festgehalten, wenn sie gelegentlich aus unbekannten Gründen abweicht, so habe ich sie doch nie rückläufig werden sehen. Sie setzt sich im Einzelnen zusammen aus einer Reihe ziemlich scharfwinkliger Zickzacklinien. Die Schenkel der einzelnen Linien stehen meist in annähernd senkrechten, oder nur wenig davon abweichenden, abwechselnd stumpfen und spitzen Winkeln aufeinander, wie dies ein Blick auf die beigegebenen Figuren 8 und 9 lehrt. Die Tiefe unter dem Epithel bleibt annähernd dieselbe, nur bei Kreuzung von Muskelfasern und dergleichen Hindernissen weicht die Bahn auf kurze Zeit nach unten oder oben aus, um schliesslich wieder in die gleiche Tiefe zu gelangen wie vorher. In sehr seltenen Fällen gelingt es, späterhin die Wanderzelle in kurzen Absätzen weiter in die Tiefe steigen zu sehen. Schliesslich wird dann die bisher sehr blasse Zelle plötzlich kugelig und stark glänzend und sendet nur noch feine fadenförmige Fortsätze aus. Eine leichte Berührung des Deckglases genügt, um sie im Lymphsack zum Flottiren zu bringen. In den bei Weitem meisten Fällen jedoch geräth die blasse Zelle einmal unter weniger durchsichtige Gebilde verschiedener Art, so dass ihrer weiteren Verfolgung ein Ziel gesetzt ist, weil sie nicht mehr erkannt werden kann. Ganz ähnliche Bahnen beschreiben in den meisten Fällen die in den tieferen, dem Lymphgefäss näher liegenden Schichten sich bewegenden Wanderzellen. In anderen Fällen jedoch weichen die an verschiedenen Stellen

der Gefässwand ausgetretenen Zellen auffallend von der gewöhnlichen Bahn ab. In kürzeren oder längeren Bogen convergiren die verschiedenen Bahnen nach einer weiter nicht genauer markirten Stelle und die Zellen treten da eine nach der andern in den Lymphsack in der oben beschriebenen Weise ein. Ob die Stelle des Eintritts der verschiedenen Elemente genau zusammenfällt, lässt die Methode bis jetzt leider nicht genügend bestimmen, sonst liesse sich wohl, wie es ursprünglich mein Plan war, auch auf diese Weise die Existenz der Stomata wahrscheinlich machen.

Die Bahnen weisser Blutkörper, welche aus mehr gekrümmt verlaufenden Gefässen austreten, verlieren ihre Parallelität, bleiben aber dennoch in einer bestimmten Beziehung unter einander. Im Einzelnen bestehen sie aus denselben Zickzacklinien und bleiben in gleicher Weise auf längere Strecken in derselben Schichte der Membran, wie die vorhin beschriebenen Bahnen. Schwächere Krümmungen der Gefässe, die wieder in die frühere Richtung zurückkehren, pflegen kaum bemerkbaren Einfluss auf die Richtung der Bahnen zu üben. Wandern dagegen aus den Schenkeln eines deutlich ausgesprochenen Winkels eines Gefässes in ziemlich gleicher Menge Wanderzellen aus, so convergiren die Bahnen mehr weniger deutlich, desshalb weil jede einzelne Zelle sich annähernd senkrecht von dem Gefässabschnitt, aus dem sie extravasirte, wegwandert. Ueberwiegt jedoch die Auswanderung aus einem Schenkel eines spitzen Gefässwinkels stark über denselben Process am andern, so kann es geschehen, dass die vom ersteren abgehenden Wanderzellen unter oder über dem letzteren vorbeiwandern.

An der convexen Seite einer beinahe rechtwinkligen Biegung des Gefässes verhalten sich die Bahnen in ihrer allgemeinen Richtung etwas anders. Sie entfernen sich zwar anfangs durchaus senkrecht von der Oberfläche des Gefässes, weichen aber bald in der Richtung nach der Halbirungslinie des überstumpfen Winkels ab, indem zugleich ihre Bahnen erheblich unregelmässig werden. Von diesen sich im Wesentlichen in allen Fällen wiederholenden Regeln gibt es nur eine Ausnahme, wenn, was zuweilen vorkommt, eine Wanderzelle längere Zeit aussen einem Gefäss entlang sich bewegt. In diesen Fällen erkennt man meistens am Rande der Capillare die im anatomischen Theil berücksichtigten Spalträume, und diese möchte ich für die Abweichungen verantwortlich machen. Doch pflegen unter den genannten Verhält-

nissen niemals sämmtliche Zellen diese Abweichung von der Bahn in erheblicherem Massstabe zu zeigen, die später kommenden gehen durch Spalten hindurch oder über und unter ihnen hinweg weiter ihre gewöhnlichen Wege. (cf. Fig. 9.)

Die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Wanderzellen, welche innerhalb noch nicht genauer bestimmten Grenzen schwankt, zeigt sich bei völliger Gleichheit der Bedingungen, also für benachbarte Wanderzellen desselben Präparates und für gleiche Zeiten als vollständig gleich gross. Man kann stundenlang solche Zellen hinter oder nebeneinander weiterziehen sehen, ohne dass ihre relative Entfernung eine dauernde Veränderung erlitte. Doch ist hier vorausgesetzt, dass beide Zellen genau in derselben Tiefe des Präparats wandern, weil ihre Geschwindigkeit in verschiedenen Tiefen allerdings eine verschiedene Grösse zu haben scheint, und ist auch hervorzuheben, dass die Regel nicht ohne Ausnahme ist. Zur Erklärung solcher Ausnahmen genügt unsere bisherige Einsicht in die Lebensvorgänge in den Geweben kaum, sie müssten denn in localen Spannungsveränderungen der Membran, in localen Unregelmässigkeiten des Saftstroms der Gewebe gesucht werden.

Gegenüber diesen kleineren Abweichungen dürften die Bahnen der Wanderzellen doch zu viel Uebereinstimmendes zeigen, um nicht eine gemeinsame Ursache vermuthen zu lassen, welche ausserhalb der einzelnen Elemente ihren Sitz hat. Wir finden eine vorläufige Erklärung in der Annahme einer Kraft, welche sie in senkrechter Richtung von dem betreffenden Gefässabschnitt weg und späterhin in mehr convergirender Richtung nach irgend einer Stelle der Lymphgefässwand (Stoma) hintreibt. Ferner verlangt die Zickzackform der Bahn die Annahme von präformirten Spalten oder Kanälchen im Gewebe, oder von uns ganz unbekannten, ziemlich regelmässig periodischen die Bahnrichtung allein beeinflussenden Widerständen. Die amöboide Bewegung allein genügt jedenfalls nicht, um derartige Regelmässigkeiten der Richtung zu erklären. Aber selbst die zickzackförmige Abweichung dürfte möglicher Weise nicht einmal durch diesen Einfluss der amöboiden Bewegung erklärt sein, weil sie wieder zu regelmässig ist, gegenüber den unregelmässigen Bahnen frei in Lymphe auf dem Objectträger kriechender Lymphzellen. Es liegt nahe, an den Einfluss des Blutdrucks, an den Strom der aus den Blutgefässen filtrirten Gewebsflüssigkeit zu denken, und

würden dadurch wohl die allgemeinen Richtungen der Bahnen hinreichend erklärt sein, indem man weiterhin die Zickzacklinien auf die Form der Gewebslücken zurückführen könnte. Doch scheint mir die gegenwärtige Erklärung strengen Anforderungen nicht zu genügen, zumal ja noch andere Bedingungen concurriren könnten. So zum Beispiel, die durch den Stoffwechsel im Gewebe bedingte Alteration der Zusammensetzung und insbesonders des Wassergehalts des Blutplasmas, welches die Gewebe tränkt und anderes mehr. Wenigstens kennen wir durch die Untersuchungen Stricker's[1]) einen Einfluss der Concentration der Suspensionsflüssigkeiten auf die amöboide Bewegung weisser Blutkörper.

Da ich ursprünglich davon ausgegangen war, den Beweis zu liefern, dass die Wanderzellen wirklich durch eines der wenigen Stomata der Lymphgefässwand hindurchtreten, versuchte ich an den Stellen, wo schon mehrere Wanderzellen eingetreten waren, also wo ich Veranlassung hatte, schon daraus die Existenz eines Stoma zu vermuthen, nachträglich durch dünne Silberlösung Stomata zur Anschauung zu bringen. Doch habe ich mit dieser Methode kein Resultat gehabt, weil durch dieselbe eine so lebhafte Contraction und eSelbstzrreissung der sparsamen Muskelfasern der Schleimhaut hervorgerufen wird, dass an der verzerrten Membran die alten Stellen nicht mit genügender Sicherheit gefunden werden können.

[1]) Untersuch. üb. d. Leben farbloser Blutkörperchen. Wiener Sitzungsberichte math. natw. Cl. Bd. 55. Abth. II. 1867.

Die Einwanderung der farblosen Blutkörper in die Stomata der Lymphgefässe.

Das Eintreten zelliger Elemente des Bluts in die Lymphgefässe wurde schon von einer Reihe von Histologen direkt unter dem Microscop am lebenden Thier beobachtet. Kölliker und später Rindfleisch[1]) sahen am Schwanze der Froschlarve extravasirte rothe Blutkörper in die feinen Anfänge der Lymphgefässe eintreten. v. Recklinghausen[2]) sah an der gleichen Stelle den Eintritt einer Wanderzelle. An dem Mesenterium gelang es Hering, Lösch und Heller[3]), den Eintritt der farblosen Elemente des Blutes in die den Venen unmittelbar anliegenden weiten Lymphräume zu beobachten. Cohnheim[4]) bestätigte den Vorgang an den ebenfalls die Venen enge umkleidenden Lymphgefässen der Froschzunge. Ich habe diese Beobachtungen am Mesenterium und an der Froschzunge oft wiederholt. An der Froschzunge indessen gelingt es auch, die Ueberwanderung aus den capillaren Blutgefässen in die Lymphgefässe durch mächtigere Gewebsschichten hindurch zu verfolgen, sei es, dass letztere an einem Präparat ohne weitere Vorbereitung sehr deutlich hervortreten oder dass man die Lymphgefässe vorher durch eine Injection mit defibrinirtem Kaninchenblut auf eine kurze Zeit

---

[1]) Kölliker, Annales des sciences nat. Zoolog. Série III. Tom. VI. 1846. Rindfleisch. Virch. Arch. Bd. 22. p. 260. 1861.

[2]) Stricker's Handb. d. Gewebelehre. Artikel Lymphgefässsystem.

[3]) Hering, Lösch, Heller an d. angegebenen Orten.

[4]) Cohnheim, Die embol. Processe. Berlin 1872.

markirt. Derartige Beobachtungen sind natürlicher Weise viel zeitraubender, doch sind sie schon desswegen von Interesse, weil sie zeigen, dass auch in Geweben von grösserem Körper, die mehrere Capillarnetze über einander tragen, die Bahnen weisser Blutkörper sehr bestimmte Richtungen haben. Im Einzelnen setzen sich diese Richtungen wieder aus den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Zickzacklinien zusammen. Sie bestätigen im Wesentlichen die dort gemachten Beobachtungen, wenn sie auch in ihren mechanischen Beziehungen nicht so leicht übersehbar sind.

Zum genaueren Studium des Verhältnisses der Stomata zu den in das Lymphgefäss eintretenden Wanderzellen, versuchte ich die Lymphgefässe der lebenden Froschzunge mit hochgradig verdünnten Silberlösungen 1 : 2000 bis 1 : 8000 zu injiciren und fand bald, dass dieses Verfahren, schonend vorgenommen, nicht in allen Fällen eine vollständige Unterbrechung des Kreislaufs zur Folge hat. Allerdings diejenigen kleinen Venen, deren Capillarbezirk in der Nähe der Einstichsstelle der Canüle lag, zeigten immer eine sich erst spät oder gar nicht lösende Stase. Die Vena mediana contrahirt sich, wenn die Silberzeichnung die ganze Innenfläche des Vas lymphat. median. und den basalen Lymphsack überzieht, an einzelnen Stellen bis zu beinahe vollständiger Undurchgängigkeit, so dass die peripherisch gelegenen Abschnitte wohl die Zustände venöser Stauung, aber nicht diejenigen der Auswanderung farbloser Blutkörper darbietet. Dagegen kommt es vor, dass insbesonders kleinere Venen ihr Blut von ausserhalb der Silberwirkung gelegenen Capillaren beziehen und dann eine längere oder kürzere Strecke an einem mit Silber schwach gefärbten Lymphgefäss hinlaufen. In ihnen persistirt öfters die Circulation, der ganze Eingriff ruft bei ihnen nur eine sehr lebhafte Auswanderung farbloser Blutkörper hervor. Verfolgt man die extravasirten Wanderzellen, so findet man Grund zu der Annahme, dass von hier aus die Restitution der Läsion angebahnt wird. Die Wanderzellen entfernen sich anfangs vom Gefäss und bewegen sich in das Gewebe hinein, ohne dass man wesentliche Störungen gegenüber dem gewöhnlichen Verlauf dieses Vorgangs nachweisen könnte. Aber indem sie sich dem Lymphgefäss allmählig nähern, kommt eine Grenze, an welcher sie plötzlich körniger und weniger durchsichtig werden, ihre Kerne treten zuweilen hervor, während die amöboide Bewegung nachlässt, und

die Zellen an Ort und Stelle liegen bleiben. Indem nun successive andere nachfolgen, wird die Grenze allmählig dem Lymphgefäss weiter genähert und es ergibt sich ein Zeitpunkt, wo die Wanderzellen in ziemlich ungestörter Weise über das Lymphgefäss hinwandern.

Verfolgt man von diesem Zeitpunkt an eine einzelne Wanderzelle genauer, so erkennt man, wie dieselbe in ziemlich gestreckter Richtung über das Lymphgefäss hinwandert und dabei öfters über mehrere Stomata in einer gewissen Entfernung wegzieht. Allmählig nähert sie sich der Oberfläche des Lymphgefässes, wird dabei noch blasser als sie schon vorher gewesen war, und es gelingt, sie schliesslich beim Eintritt in ein, durch den jetzt schon sehr abgeblassten Silberniederschlag markirtes, Stoma zu verfolgen. An der Innenfläche des Lymphgefässes angekommen wird sie, wie das früher schon geschildert ist, rasch rund und glänzend und kann durch Anstossen des Deckglases zur Fluctuation gebracht werden. Vermeidet man letzteres und zeichnet die Bahnen auf, welche sie im Lymphgefäss zurücklegt, so bestehen diese entweder wesentlich aus einer durch den Lymphstrom bedingten geraden Linie, oder falls der Lymphstrom sehr träge ist, bewegt die Zelle sich in der Nähe des Stomas an der Innenfläche des Lymphgefässes in ganz unregelmässigen, oft schlingenförmig in sich zurückkehrenden Bahnen. (cf. Fig. 6.) Dabei kann es vorkommen, dass die Zelle auf kürzere oder längere Zeit die Kugelgestalt aufgibt und statt der haarfeinen Fortsätze breitere aussendet, allein immer bleibt sie viel glänzender und schärfer contourirt als die Wanderzellen im Gewebe.

Auf die beschriebene Weise gelingt es den Eintritt von Wanderzellen durch die Stomata in's Lymphgefäss von der Fläche der Wand des letzteren aus zu beobachten. Allein auch im Profil der Wandung gesehen gelingt dies, wenn bei fortbestehendem Blutlauf in der Vena mediana die enge anliegende Wandung die Silberzeichnung trägt, wie dies Figur 7 veranschaulicht. Nach einigem Zuwarten sieht man dann die Wanderzellen sich aussen an die Stomata legen, zuerst einen Fortsatz in die freie Flüssigkeit schicken, der allmählig anschwillt und zuletzt löst sich die Zelle vom Stoma, nicht ohne öfters einen Theil des Silberniederschlags mitzunehmen. (cf. Fig. 7.) Im Uebrigen sind die Details des Vorgangs dieselben wie bei Beobachtung von der Fläche her. Interessant ist aber fernerhin, dass bei beiden Arten der

Beobachtung, einer eingewanderten Zelle durch dasselbe Stoma meist noch eine Anzahl anderer nachfolgen, bis schliesslich die Zahl der im Lymphgefäss liegenden Zellen so gross wird, dass sie eine weitere Beobachtung des Details unmöglich macht.

Es bleibt mir noch übrig einige Worte über die etwas schwierige Technik der Silberinjectionen nachzutragen, ehe ich zur Besprechung einer anderen, weniger eingreifenden Methode diese Vorgänge zu verfolgen übergehe. Vor der Injection pflegte ich in der Ausdehnung der gröberen Verästelung der Vena mediana die papillentragende Schleimhaut, der grösseren Durchsichtigkeit des Präparats halber, zu entfernen, und dann die Zunge auf einem passenden Froschträger mit der glatten Schleimhaut nach oben aufzuspannen. Der Frosch war natürlicherweise curarisirt. Der Ausschnitt des Objectträgers war, wie in den früheren Versuchen durch ein Deckglas geschlossen und brachte ich nun zwischen letzteres und die wunde Stelle der Zunge eine kleine Luftblase, welche die geringe Blutung nach den Rändern ableitete. Dann wurde das Präparat bei Seite gelegt bis die eingetretene starke Hyperämie geschwunden war. Damit hörte auch die Blutung meist auf, so dass die Luftblase, welche die Strömung der Injectionsflüssigkeit gehindert hätte, entfernt werden konnte. Wie schon oben bemerkt, benützte ich zur Injection Silberlösungen von 1 : 2000 bis 1 : 8000, welche, in fein ausgezogene Glasröhrchen eingesogen, durch Einblasen von Luft ausgespritzt wurden. Zum Einstich, der mit einer feinen zweischneidigen Nadel vorgenommen wird, wählt man den inneren, vorderen Rand eines der beiden Zungenzipfel, von wo aus man bei ganz geringem Druck die grösseren Lymphgefässe im Bereich der Vena mediana füllen kann. Schliesslich wird der basale Lymphsack angeschnitten und der Ueberschuss von Silberlösung rasch zum Ausfliessen gebracht. Bei aufmerksamer Vergleichung dieser und der früher gemachten Angaben dürfte es Niemand entgehen, dass eine ganze Reihe schwieriger Bedingungen erfüllt werden muss, ehe die Beobachtung überhaupt beginnen kann, und dass manche derselben, wie vor allem die Anordnung der Blutgefässe zu dem injicirten Terrain, dem Zufall anheimgegeben ist, so dass zahlreiche Injectionsversuche nöthig werden.

Die vorstehenden Beobachtungen haben ergeben, dass bei der angewandten Methode alle bis zum Eintritt in's Lymphgefäss verfolgten Wanderzellen durch die Stomata, und zwar durch die

grösseren Formen derselben, eintraten. Der Verallgemeinerung des Resultats dahin, dass alle eingewanderten Zellen durch Stomata eingetreten seien, steht aber der Umstand im Wege, dass in jedem einzelnen Versuch nur für sehr wenige, 4 bis 6 Zellen dies durch Beobachtung direkt erwiesen war, während der Eintritt der vielen Uebrigen sich der Beobachtung entzogen hatte. Dieses, sowie die Schwierigkeiten der so sehr eingreifenden Methode veranlassten mich auf andere Mittel zu sinnen. Bei den Silberinjectionen hatte ich öfters bemerkt, dass die Silberlösung an Stellen der Stomata in Form kleiner Wolken das anliegende Gewebe gefärbt, also die Stomata passirt hatte. Auch wusste ich von den Injectionen von J. Arnold, dass zinnoberhaltige Leimmassen durch die Stomata der durch venöse Stauung erweiterten Blutgefässe getrieben werden können. Ich versuchte also, in gleicher Weise, wie ich früher die Silberinjectionen gemacht hatte, Emulsionen von feinkörnigem Zinnober in $^3/_4$ procentiger Kochsalzlösung in die Lymphgefässe einzuspritzen. Das Resultat war über Erwarten günstig. Nach Ablauf der überschüssigen Injectionsmasse aus einem Einschnitt in den basalen Lymphsack zeigte sich die Innenfläche der kleineren und grösseren Lymphgefässe, speciell im Stromgebiet der Vena mediana, gezeichnet mit rundlichen, dichten Anhäufungen von Zinnober, welche in lose Ketten vereint, helle Felder umgrenzten von Form und Grösse der Endothelien. (cf. Fig. 3). Besonders deutlich trat dieses hervor an den kleineren Lymphgefässen in der Nähe des vorderen Zungenrandes. Ich vermuthete sofort, dass es sich um eine Anfüllung der Stomata mit Zinnoberkörnchen handle, eine Vermuthung, die sich, wie gleich folgen wird, bestätigte Die Gruppirung der zinnobergefüllten Stomata um farblose, den Endothelien entsprechende Felder tritt desshalb so sehr deutlich hervor, weil insbesondere an den kleineren Lymphgefässen, wie schon im anatomischen Theil hervorgehoben und wie sich aus dem Silberbild Fig. 2 ergibt, die Zahl der Stomata so gross ist, dass auch beim Fehlen der silbergefärbten Kittleisten die Ränder der Endothelplatten fast continuirlich umsäumt sind. Eine Anzahl Injectionen von Silberlösung in bereits mit Zinnober injicirte Objecte bewiesen zur Genüge die Coincidenz der durch Silber und durch Zinnober zu markirenden Stomata. (cf. Fig. 4). Es wurde zwar durch die nachträgliche Silberinjection ein grosser Theil des an der Stelle der Stomata sitzenden Zinnobers wieder

weggeführt, indessen blieb genügend zurück, um überzeugende Bilder zu liefern.

Ein zweites, nicht unwichtiges Verhältniss lässt sich an solchen mit Zinnoberemulsion injicirten Präparaten constatiren. (cf. Fig. 3 und 4). Es tritt nämlich an den Stellen der dunklen Zinnoberstomata der Zinnober in Form kleiner rundlicher Wolken ins umgebende Gewebe. Am schönsten erkennt man das an den Rändern der kleinen Lymphgefässe, aber auch bei Betrachtung der Fläche der Lymphgefässwand tritt es hervor. Aendert man leise die Einstellung von der endothelialen Membran auf die nächstanliegende Bindegewebsschicht, so erkennt man die discret stehenden, aus feinen staubförmigen Partikeln gebildeten, rundlichen Wölkchen an den Stellen, wo bei anderen Einstellungen die dunklen Stomata sichtbar waren.

Durch diese Injectionen wird nun der Blutlauf kaum erheblicher alterirt, als dies durch alle anderen Manipulationen an der Zunge geschieht. Hat man also vorher an der papillentragenden Schleimhaut einen Substanzverlust angelegt, so kann man die Einwanderung der weissen Blutkörperchen in die Lymphgefässe deutlich verfolgen. Ich machte auch hier meine Beobachtungen immer an der mit der glatten Fläche nach oben ausgespannten und meist mit einem Deckglas bedeckten Zunge. Ein sehr günstiger Fall erscheint der, wenn die untere Wand eines Lymphgefässes eine deutliche Zinnoberzeichnung trägt, während die obere schwächer, eben stark genug, um sich zu orientiren, markirt ist, und wenn dicht unter dem Lymphgefäss eine grössere oder mehrere kleinere Venen verlaufen. Man kann dann die Auswanderung der farblosen Zellen aus dem Blutgefäss und ihr Emporsteigen gegen die Lymphgefässwand verfolgen, obwohl letzteres gerade durch die dunklen Zinnobermassen einigermassen erschwert ist. Man sieht ferner, wie sich die Zellen aussen an der Stomata heranbewegen, wie dann allmälig die Zinnobermasse jedes einzelnen Stomas ihre Anordnung ändert, indem sie sich in lauter runde Häufchen von der Grösse der farblosen Blutzellen scheidet. Letztere imprägniren sich nämlich ganz dicht mit Zinnober, so dass sie in dieser Weise beschwert an Beweglichkeit erheblich einbüssen und zunächst an Ort und Stelle liegen bleiben. Da aber weiterhin immer zahlreichere Wanderzellen nachrücken, bildet sich schliesslich an jedem Stoma ein fast blumenkohlförmiges Häufchen reichlich zinnoberhaltiger Lymphzellen, das stark ins Lumen prominirt.

(cf. Fig. 5). Im weiteren Verlauf zerfallen nun diese kleinen Häutchen in ihre zelligen, zinnoberhaltigen Bestandtheile, und es gelingt nun durch Anstossen des Deckglases dieselben im Lumen des Lymphgefässes zur Fluctuation zu bringen. Ist die obere Wand des Lymphgefässes vorzugsweise von der Zinnoberfärbung betroffen, und liegt dieselbe nicht allzutief unter dem Epithel der oberen Zungenschleimhaut, so gelingt es auch in der bei den Silberinjectionen geübten Weise die Ueberwanderung einzelner farbloser Blutkörper von den Blutcapillaren ins Lymphgefäss zu verfolgen. Da jedoch die kleinen Blutcapillaren viel weniger rasch eine grössere Menge von Wanderzellen liefern, bleibt auch die blumenkohlförmige Anhäufung derselben an den Stellen der Stomata aus, zumal da auch die Zinnoberkörnchen bald aus der stomatischen Zeichnung ins Lymphgefäss hinuntergerathen und dadurch die zur Ueberladung der einwandernden Zellen nöthige Menge von Zinnober verloren geht.

Durch die Resultate der Zinnoberinjectionen ist nun auch der Beweis geliefert, dass wenigstens in die untersuchten Lymphgefässe die farblosen Blutkörper ausschliesslich auf dem Wege der Stomata einwandern. Es sind somit unsere Kenntnisse, sowohl dieser Organisationen, als auch der Beziehungen der Lymphgefässe zu den umgebenden Geweben auf eine breitere thatsächliche Unterlage gestellt worden, deren weiterer Ausbau bei der grossen Bedeutung dieser Beziehungen für Physiologie und Pathologie sehr wünschenswerth erscheinen muss.

———

Schlussbemerkungen.

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben zwei für Physiologie und Pathologie gleich wichtige Befunde, nämlich einmal die Regelmässigkeit der Bahnen der vom Blut- zum Lymphgefässsystem wandernden farblosen Blutkörperchen und zweitens die durch Beobachtung am lebenden Object nachgewiesene Thatsache des Eintretens der weissen Blutkörperchen in die Lymphgefässe an der Stelle der Stomata.

Gehen wir zunächst zu der Erörterung der Bedeutung des zuletzt erwähnten Befundes über, so erscheint er geeignet, unsere Anschauungen über das Wesen und die Function der als Stomata gedeuteten Gebilde zu befestigen und zu erweitern. Wir müssen die Stomata auffassen als eigenartig angelegte Stellen der Lymphgefässwand, welche sowohl den Wanderzellen als den Gewebsflüssigkeiten den Durchtritt gestatten, während die relativ weniger durchlässigen und nach allgemeinen Anschauungen mit einem eigenen Stoffwechsel ausgestatteten Endothelplatten nur für gelöste Stoffe permeabel sind. Vorzugsweise die anatomische Seite der Frage nach dem Bau der Stomata wurde weiterhin dadurch ihrer Lösung näher gebracht, dass es gelang, durch die Stomata der Lymphgefässe am lebenden, sonst unverletzten Thier Zinnoberemulsion durchzutreiben. Auf diese Weise wurde es wahrscheinlich, dass die Stomata als wirkliche Oeffnungen in der Lymphgefässwand aufzufassen seien, welche mit einer mehr oder weniger flüssigen Masse gefüllt sind.

Von nicht geringerem Interesse dürften die an den Bahnen der weissen Blutkörper hervortretenden Regelmässigkeiten sein für das Studium der Ernährungsvorgänge in den Geweben, indem sie uns hinweisen auf einige Verhältnisse, welche sich bisher der Beurtheilung entzogen. Die Bahnen zeigten sich zusammengesetzt aus einer fortlaufenden Reihe von Zickzacklinien, welche vom Blutgefäss in im Ganzen ziemlich senkrechter Richtung zu einem Stoma der Lymphgefässe hinführen. Die gebrochenen Linien wurden von den Wanderzellen bei gleichen Bedingungen auch mit annähernd derselben Geschwindigkeit durchlaufen. Diese Beobachtungen führten zur Annahme einer hypothetischen, vom Blutgefäss ausgehenden, in der Richtung nach dem Lymphgefäss hin wirkenden Kraft, welche die Wanderzellen in den Bindegewebsspalten weitertreibt. Diese Kraft kann nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nur gesucht werden, entweder in einer mechanischen Leistung des Stroms des aus den Blut-Gefässen ausgetretenen Plasmas, also in einer Wirkung des Blutdrucks, oder in einem nicht hinlänglich bekannten Einfluss des gestörten Gleichgewichts der Zusammensetzung und Concentration der Gewebssäfte auf die Richtung der amöboiden Ortsbewegungen der Wanderzellen.

Betrachtet man diese beiden Möglichkeiten genauer, so führt die erstere sofort auf die Frage nach der Existenz der Strömungen im Gewebe zwischen Blut- und Lymphgefässsystem. Derartige Ströme sind bereits von J. Arnold[1]) bei venöser Stauung nachgewiesen worden. Allein so sehr gewisse Analogieen zwischen venöser Stauung und den uns hier interessirenden, mit Auswanderung vorwiegend weisser Blutkörper verlaufenden Störungen der Circulation der Gewebsernährung berechtigt sind, so zeigen sich doch die ursächlichen Bedingungen beider Störungen in so erheblichen Beziehungen verschieden, dass wir unsere über die bei Verschluss der Venen eintretenden Ströme im Gewebe gewonnenen Erfahrungen nicht ohne Weiteres auf die hier in Frage kommenden Verhältnisse übertragen dürfen, sondern direktere Nachweise suchen müssen. Die neueren Versuche von Cohnheim[2]) über Entzündung, welche von ihm selbst durch Annahme einer. grössere Durchlässigkeit bedingenden Alteration der Gefässwand erklärt werden, können solche Ströme nur zur Wahr-

[1]) J. Arnold. Ueber Diapedesis. Virch. Arch. 58. 1873.

[2]) Cohnheim, Neue Untersuchungen über Entzündung. Berlin 1873.

scheinlichkeit erheben. Indessen wächst diese Wahrscheinlichkeit noch, wenn man bedenkt, dass lebhaftere aus den Capillaren und kleineren Venen abgehenden Seitenströme nicht nur die Quantität des in die grösseren Venen übertretenden Bluts vermindern und dessen Dichtigkeit erhöhen, sondern auch noch an Ort und Stelle ihres Auftretens durch innere Reibung der Flüssigkeit Widerstände setzen, welche die in den Venen beobachtete Stromverlangsamung in dem erweiterten Gefässgebiet erklären könnten.

Das Vorhandensein der Gewebsströmungen wäre noch auf andere Weise zu erhärten, wenn nämlich für die mit Auswanderung farbloser Blutkörper verlaufenden Störungen ein deutlicher Einfluss des Blutdrucks auf die Quantität der gebildeten Lymphe nachgewiesen wäre. Die Resultate der experimentellen Physiologie und Pathologie sind indessen in diesem Sinne noch nicht zu verwenden. Sie haben für arterielle Hyperämie keine derartigen Beziehungen ergeben[1]). Wenn aber in übereinstimmender Weise von Stadler, Tomsa, Weiss und Nasse[2]) für venöse Stauungen ein solcher Einfluss des Blutdrucks nachgewiesen ist, so gilt hier wie oben, dass wir die Resultate dieser Forscher nicht direckt auf alle mit Extravasation von zelligen Elementen einhergehenden Störungen anwenden, sondern dieselben nur mit aller Reserve zur Begründung von Analogieen heranziehen dürfen.

Es ergibt sich also, dass für die hier in Rede stehenden Circulationsstörungen das Vorhandensein der Ströme im Gewebe nur als wahrscheinlich gelten darf. Will man indessen diese Wahrscheinlichkeit annehmen, so erhebt sich von Neuem die Frage, ob ihnen eine solche Intensität zugeschrieben werden darf, dass sie im Stande wären, weisse Blutkörper mechanisch fortzubewegen, ähnlich wie sie nach J. Arnold's Untersuchungen bei venöser Stauung die rothen Blutkörper in die Gewebe hineintreiben. Ich glaube vermuthen zu dürfen, dass sie zu so aus-

---

[1]) Stadler, Einige Versuche über den Lymphstrom. Marburg 1861.

Nasse, Unters. über d. Einflüsse, welche d. Lymphbildung beherrschen. Marburg 1871.

Paschutin, Arbt. d. physiol. Anstalt zu Leipzig. Jahrg. 1872.

[2]) Tomsa, Wiener Sitz.-Ber. math. natw. Cl. Bd. 46. Abth. 2. 1862.

W. Weisss, experiment. Unters. über d Lymphstrom. Virchow, Arch. Bd. 22. 1861.

giebigen mechanischen Leistungen nicht befähigt sind, sondern höchstens eine anderweitig gegebene und ihnen annähernd parallele Bahnrichtung begünstigen können, weil man wahrnehmen kann, dass mit dem Aufhören der amöboiden Formveränderung auch die Ortsbewegung der weissen Blutkörperchen sofort aufhört. Da aber andererseits die amöboiden Zellen ausserhalb des Organismus auf dem Objectträger und selbst innerhalb der Lymphgefässe keine nur annähernd so regelmässigen Bahnen beschreiben, so erhellt doch ein deutlicher Einfluss der lebenden Gewebe auf die zu durchlaufenden Bahnen. Da dieser Einfluss sich immer auf den kürzesten Weg zwischen Blut- und Lymphgefäss bezieht, sehen wir uns genöthigt, wenn wir absehen von Saugwirkungen der Lymphgefässe, doch wieder auf die Blutgefässe und die von ihnen ausgehenden Kraftleistungen zu recurriren. Wir müssen dann einen bis jetzt noch nicht genauer erforschten Einfluss der Parenchymströme auf den molecularen Vorgang der amöboiden Bewegung annehmen, der in Verbindung mit der mechanischen Kraft der genannten Ströme die Wanderzellen durch die Gewebsspalten treibt.

Literaturverzeichniss.

Ant. Nuck, Adenographia curiosa et uteri foeminei anatome nova. Lugdun. Batav. 1722.

Ant. Leeuwenhoeck, op. omn. Lugd. Batav. 1722.

G. Cowper, anat. corp. hum. tab. explic. Lugdun. Batav. 1739.

Albert v. Haller, Element. physiolog. corp. human. Tom. I. Lausanne 1757.

W. Hewson, Experiment. inquiries. Lond. 1774.

Sabatier, Remarques sur le canal thoracique Hist. de l'acad. des sciences an 1780.

Mascagni, Vasor. lymphaticor. corp. hum. historia et ichnographia. Senis 1787.

Will Cruikshank, The anatomy of the absorbing vessels of the human body Ed. II. Lond. 1790.

Sam. Th. Soemmering, de morb. vasor. absorb. corp. hum. Traject. ad. moenum 1795.

Alexander Lauth, essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strassburg 1824.

C. P. Collard de Martigny, Recherches experimentales sur les effets de l'abstinence complète d'alimens solides et liquides sur la composition et la quantité du sang et de la lymphe. Journal de physiologie experimentale et pathologique par F. Magendie. Tom. VIII. Paris 1828.

Dakin, Philos. Magazine Vol. IV. 1828. Ueber Tiefenmessung.

B. Panizza, Sopra il sistema linfatico dei rettili. Pavia 1833.

G. Breschet, Le système lymphatique consideré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique. Paris 1836.

G. Herbst, Das Lymphgefässsystem und seine Verrichtung. Goettingen 1844.

J. Meyer, Systema amphibiorum lymphatic. Berolini 1845.

Koelliker, Dévéloppement des Tissus chez les Batraciens. Annales des sciences nat. Zoolog. Série III. Tom. VI. Paris 1846.

Remak, Ueber blutleeré Gefässe (Lymphgefässe) im Schwanz der Froschlarve. Müllers Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1850.

Remak, Nachträgl. Bemerk. Ebendaselbst.

F. Noll, Ueber d. Lymphstrom u. d. wesentl. anatom. Bestandtheile der Lymphdrüsen. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX. 1850.
Virchow, Verhandlungen d. Würzburger med. phys. Gesellschaft. Bd. II. 1851.
H. Weyrich. De textura et structura vasorum lymphat. Dorpat 1851.
Virchow, Ueber Macroglossie. Virch. Arch. Bd. 7.
Koelliker, microscop. Anatomie. Bd. II. 2. 1854.
E. Brücke, Ueber Chylusgefässe und Resorption d. Chylus. Denkschr d. Kais. Acad. d. Wiss. Wien. 1854. Siehe auch dessen Abhandlungen in den Sitzungsberichten.
Flieger, de argenti nitrici usu et effectu praesertim in oculorum morbis sanandis. Lipsiae 1854.
W. Krause, zur Physiologie der Lymphe. Zeitschr. f. rat. Med. Neue Folge Bd. 7. 1855.
Virchow, über den Faserstoff. Gesamm. Abhandlung. Frankfurt 1856.
R. Wagner, Ueber eine neue Methode d. Beobacht. d. Kreislaufs u. d. Fortbewegung d. Chylus bei Wirbelthieren. Goetting. gelehrte Anzeigen 1856.
W. His, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie d. Cornea. Basel 1856.
Leydig, Lehrbuch d. Histologie 1857.
C. Reclam, d. Ursache d. Chylus und Lymphbewegung. Leipzig 1858.
Schwanda, Ueber die Quantität der in best. Zeiten und unter versch. Umständen abgesonderten Lymphe. Wiener medicinische Wochenschrift. Jahrg. VIII. No. 15 u. 16.
Führer, Ueber einige Auswege des Blutumlaufs. Arch. f. physiolog. Heilkunde. Neue Folge. Bd. III. 1859.
Harting, Das Microscop. übersetzt v. Theile. 1859. Bd. II. Daselbst verschiedene Methoden d. Tiefenmessung.
Donders, Lehrbuch d. speciellen Physiologie. 1859.
Welcker, Ueber Tiefenmessung etc. in Eckhard's Beiträgen zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1860.
Rindfleisch, In wie fern und auf welche Weise gestattet d. Bau der verschiedenen Schleimhäute d. Durchgang von Blutkörpern etc. Virch. Arch. Bd. 22. 1861.
L. Stadler, Versuche über den Lymphstrom und seine Abhängigkeit vom Blutkreislauf. Marburg. Diss. inaug. 1861.
W. Weiss, experiment. Untersuchungen über den Lymphstrom. Virch. Arch. Bd. 22. 1861.
L. Teichmann, Das Saugadersystem vom anatom. Standpunct. Leipzig 1861.
Schweigger-Seidel, Uebergang körperl. Theile aus Blut ins Lymphgefässsystem. Stud. des physiolog. Instituts in Breslau. ed. Heidenhain. Leipzig 1861.
Wertheim, Tiefenmessung. Sitz.-Bericht d. K. K. Acad. d. Wissenschaften in Wien. math. natw. Cl. Bd. 45. Abth. 2. 1862.
W. Tomsa, Beiträge zur Lymphbildung. Wiener Sitz.-Ber. math. natw. Cl. Bd. 46. Abth. II. 1862.
W. Tomsa, Zur Anatomie d. Lymphgefässursprungs. Wiener Sitz.-Ber. Math. natw. Cl. Bd. 46. Abth. II. 1862.

Ludwig und Tomsa, Die Lymphwege des Hodens und ihr Verhältniss zu Blut und Samengefässen. Wiener Sitz.-Ber. Bd. 46. Abth. 2. 1862.
Frey, Ueber d. Lymphgef. d. Colonschleimhaut. Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Gesellsch. in Zürich. 7. Jahrgang 1862.
v. Recklinghausen, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.
Axel Key, zur Anatomie der Milz. Virch. Arch. Bd. 21.
Schweigger-Seidel, Untersuchungen über die Milz. Virch. Arch. 23 u. 27.
Tomsa, Die Lymphwege der Milz. Wiener Sitz.-Ber. Bd. 48. Abth. 2. 1863.
W. His, Ueber die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers und über die Theorien der Lymphbildung. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 12. 1863.
v. Recklinghausen, Zur Fettresorption. Virch. Arch. Bd. 26. 1863.
W. His, Ueber das Epithel der Lymphgefässwurzeln. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 13.
Frey, Ueber Chylusgefässe d. Dünndarmschleimhaut. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. 13.
v. Recklinghausen, Ueber Eiter und Bindegewebskörper. Virch. Arch. 28.
Virchow, Ueber bewegl. thierische Zellen. Virch. Arch. 28.
Ludwig, Ueber den Ursprung der Lymphe. Oesterr. med. Jahrbücher d. K. K. Gesellsch. d. Aerzte in Wien. 1863.
E. Oedmannson, Beitrag zur Lehre vom Epithel. Virch. Arch. Bd. 28. 1863.
C. Tommasi, Ueber d. Ursprung der Lymphgefässe im Hoden. Virch. Arch. 28.
Wittis, Ueber die Einwirkung des salpetersauren Silberoxyds auf die Hornhaut. Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde. Bd. II. 1863.
Frey, zur Kenntniss der lymphatischen Bahnen im Hoden. Virch. Arch. Bd. 28. 1863.
Ludwig und Zawarykin, Zur Anatomie der Niere. Wiener Sitz.-Ber. Bd. 48. Abth. 2.
Klebs, Das Epithel der hintern Hornhautfläche. Centralblatt d. medicin. Wissensch. 1864. No. 33.
Hartmann, Ueber die durch Gebrauch des Höllensteins künstlich dargestellten Lymphgefässanfänge etc. Reichert und du Bois Archiv f. Anat. und Physiolog. Jahrg. 1864.
Harpeck, Ueber die Bedeutung der nach Silberimprägnation auftretenden weissen Lücken etc. Archiv f. Anat. und Physiolog. Jahrg. 1864.
Adler, Vorläufige Mittheilung über eine mittelst Silberlösung gemachte Beobachtung. Zeitschr. f. rat. Med. 3. Serie. Bd. 21.
Broueff und Eberth, zur Kenntniss der Epithelien. Würzburg, naturwiss. Zeitschrift. Bd. V. 1864.
Stricker, Studien über den Bau und das Leben der capillaren Blutgefässe. Wiener Sitzungsberichte. Bd. 52. Abth. 2. 1865.
W. Müller, Ueber d. feineren Bau d. Milz. Leipzig und Heidelberg 1865.
Auerbach, Ueber den Bau der Lymph- und Blutcapillaren. Med. Centralblatt. 1864. No. 12.
Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

Eberth, Ueber den feineren Bau der Blutcapillaren bei den Wirbelthieren. Med. Centralblatt. 1865. No. 13.

Aeby, Ueber den feineren Bau der Blutcapillaren. Med. Centralblatt. 1865. No. 14.

Auerbach, Untersuchungen über Blut- und Lymphgefässe. Virch. Arch. Bd. 33. 1865.

Basch, Das Zottenparenchym und die ersten Chyluswege. Wiener Sitz.-Ber. Bd. 51. Abth. 2. 1865.

Hoyer, Ein Beitrag zur Histologie bindegewebiger Gebilde. Reichert und Du Bois Archiv f. Anat. und Physiolog. 1865.

Federn, Untersuchungen über die Bedeutung der Silberzeichnungen an den Capillaren der Blutgefässe. Wiener Sitzungsberichte. Bd. 52. Abth. 2. 1866.

W. His, Ueber ein perivasculäres Canalsystem der Centralorgane. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 15.

N. Chrzonszczewsky, Ueber die feinere Structur der Blutcapillaren. Virch. Arch. Bd. 35. 1866.

N. Chrzonszczewsky. Ueber den Ursprung der Lymphgefässe. Virch. Arch. Bd. 35. 1866

C. Hueter, Zur Histologie der Gelenkflächen und Gelenkkapseln mit einem krit. Vorwort über die Versilberungsmethode. Virch. Arch. Bd. 36. 1866.

Dybkowsky, Ueber Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand. Arbeiten aus d. physiolog. Anstalt zu Leipzig ed. Ludwig. Jahrg. 1866.

Schweigger-Seidel und Dogiel, Ueber die Peritonealhöhle bei Fröschen und ihren Zusammenhang mit dem Lymphgefässsystem. Arbeiten d. physiol. Anstalt. Leipzig. Jahrg. 1866.

Schweigger-Seidel, Die Behandlung thierischer Gewebe mit Argent. nitric. Arbt. d. physiol. Anst. Leipzig. 1866.

Ludwig und Schweigger-Seidel, Ueber das Centrum tendineum d. Zwerchfells. Arbt. d. physiol. Anst. Leipzig. Jahrg. 1866.

Kölliker, Handb. d. Gewebelehre. 1867. 5. Aufl.

Cohnheim, Ueber Entzündung und Eiterung. Virch. Arch. Bd. 40. 1867.

Cohnheim, Ueber venöse Stauung. Virch. Arch. Bd. 41. 1867.

E. Hering, Zur Lehre vom Leben der Blutzelle. Ueberwanderung d. Blutzellen in's Lymphgefässsystem. Wiener Sitz-Ber. math. natw. Cl. Bd. 56. Abth. 2. 1867.

Stricker, Untersuch. über das Leben farbloser Blutkörperchen. Wien. Sitz.-Ber. Bd. 55. Abth. II. 1867.

F. A. Hoffmann, Ueber Eiterbildung in der Cornea. Virch. Arch. Bd. 42.

N. Afonassiew, Ueber den Anfang der Lymphgefässe in serösen Häuten (nebst einleit. Bemerk. von Chrzonszczewsky) Virch. Arch. Bd. 44. 1868.

Loesch, Beiträge zum Verhalten der Lymphgefässe bei der Entzündung. Virch. Arch. Bd. 44. 1868.

E. Hering, zur Lehre vom Leben der Blutzellen. 2. Abhandlg. Wien. Sitz.-Ber. math. natw. Cl Bd. 57. Abth. 2. 1868.

Leissler, Ueber d. Austritt d. Blutkörperchen aus den Gefässen und die Umwandlungen derselben. Diss. inaug. Giessen 1868.

A. Schklarewsky, Ueber das Blut und die Suspensionsflüssigkeiten. Pflügers Archiv f. Physiologie. Bd. I. 1868.

A. Schklarewsky, Zur Extravasation der weissen Blutkörperchen. Pflügers Archiv. Bd. I. 1868.

Cohnheim, Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebskörperchen bei der Entzündung. Virch. Arch. 45. 1869.

Arnold Heller, Untersuchungen über die feineren Vorgänge bei der Entzündung. Erlangen. Habilitatschr. 1869.

Rudolph Böhm, Experimentelle Studien über die Dura mater d. Menschen u. d. Säugethiere. Virch. Arch. Bd. 47. 1869.

Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. Schultze Archiv f. microscop. Anat. Bd. VI. 1870.

Carter, the Distal Communication of the Blood Vessels with the Lymphatics, and. on a diaplasmatic System of Vessels. Journal of Anat. und Physiolog. Vol. IV. (second series Vol. III.) Cambridge und London 1870.

Genersich, Arbt. d. physiolog. Anstalt zu Leipzig. Jahrg. 1870.

H. Nasse, Untersuchungen über die Einflüsse, welche die Lymphbildung beherrschen. Gratulatschr. Marburg 1871.

v. Recklinghausen, Das Lymphgefässsystem in Stricker, Handbuch d. Lehre v. d. Geweben. Leipzig 1871.

Ludwig und Schweigger-Seidel, Die Lymphgefässse der Fascien und Sehnen. Leipzig 1872.

Klein und Burdon-Sanderson, Zur Anatomie d. serösen Häute. Centralblatt d. medic. Wiss. 1872.

Cohnheim, Die embolischen Processe. Berlin 1872.

Paschutin, Die Absonderung der Lymphe am Arme des Hundes. Arbeiten d physiolog. Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1872.

Michel, Die Blut- und Lymphbahnen der Dura mater cerebralis. Arbt. d. physiolog. Anstalt zu Leipzig. Jahrg. 1872.

A. Walther, Beitrag zur Histologie des Brustfells in Beitr. zur Anat. und Physiolog. v. Laudzert 1872.

Cohnheim, Neue Untersuchungen über Entzündung. Berlin 1873.

J. Arnold, Ueber Diapedesis, Virchow Arch. Bd. 58. 1873.

Neuere Literatur über Anatomie der Froschzunge.

Vergl. d. Arbt. v. Panizza und Meyer über Lymphgef. d. Frosches.

Burdach, Beitrag zur microscop. Anatomie der Nerven. Königsberg 1837.

Volkmann, Ueber den Bau und d. Verrichtungen der Kopfnerven des Froschs. Müllers Archiv. 1838.

Donné, L'institut. an 1839.

A. Waller, Microscop. Examination of some of the principal tissues of the Animal fame, as observed in the tongue of the living frog, toad etc. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine etc. Vol. XXIX. 1846.

A. Hill. Hassal, Microscop. Anat. übers. v. Kohlschütter. Leipzig 1852.
Leydig, anatomisch histologische Untersuchung über Fische u. Reptilien. Berlin 1853.
Th. Billroth, Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern der Zunge. Deutsche Klinik, red. A. Goeschen. 1857. No. 21.
Th. Billroth, Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, sowie über d. Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe. Müllers Archiv f. Anat. und Physiolog. 1858.
Leydig, Lehrb. d. Histologie. 1857.
Carolus Fixsen, De linguae raninae textura disquis. microscop. Dissert. inaug. Dorpat. 1857.
Hoyer, Microscop. Untersuch. über die Zunge des Froschs. Reichert und Du Bois Archiv f. Anat. und Physiolog. Jahrg. 1859.
Hyrtl, Ueber abwickelbare Gefässknänel in d. Zunge der Batrachier. Wiener Sitz.-Ber. Math. natw. Cl. Bd. 48. Abth. 1. 1863.
Ecker, die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864.
Stricker, Unters. über d. capillaren Blutgef. in d. Nickhaut des Froschs. Wiener Sitz.-Ber. Math. natw. Cl. Bd. 51. Abth. 2. 1865.
Langer, Ueber d. Lymphgefässsystem des Frosches. Wiener Sitz.-Ber. Bd. 55. Abth. I. 1867.
Knauff, das Pigment d. Respirationsorgane. Virch. Arch. Bd. 39. 1867.
Cohnheim, Unters. über d. embol. Processe. Berlin 1872.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Opake Injection der gröberen Ausbreitung der Lymphgefässe der Froschzunge. Die durch dieselbe meist verdeckten Blutgefässe in mehr schematischer Weise darübergezeichnet. A. Arterie. V. Vene. Vergrösserung: 8mal.

Fig. 2. Silberzeichnung aus einem kleineren Lymphgefäss in der Nähe des vorderen Zungenrandes am lebenden Thier. Vergr.: 120mal.

Fig. 3. Stomata eines in ganzer Breite sichtbaren Lymphgefässes aus d. Stromgebiet der Vena mediana, mit Zinnoberemulsion am lebenden Thier injicirt. Die Zinnober-Körnchen z. Th. durch die Stomata in die anliegenden Gewebe gedrungen. Vergr.: 120mal.

Fig. 4. Stomata eines in ganzer Breite sichtbaren Lymphgefässes zuerst durch Zinnober, dann durch Silberlösung gefärbt, am lebenden Thier. Vergr.: 200mal.

Fig. 5. Reichliche Wanderzellen in den am lebenden Thier durch Zinnober markirten Stomata erscheinend. Vergr.: 320mal.

Fig. 6. Obere[1]) Wand des vas lymphat. median. Durch Silberlösung sind Endothelien und Stomata gefärbt. Bahn eines weissen Blutkörperchens vom Blutgefäss bis zum Stoma ziemlich gestreckt, innerhalb d. Lymphgefässes ist dieselbe unregelmässig. Die Stellen a. a. a. . . . in der punctirten Linie bezeichnen die protocollirten Puncte der Bahncurve. Vergrösserung: 195mal.

---

[1]) cf. Anmerk. pag. 13.

Fig. 7. Lymphgefäss mit Silberlösung injicirt, einem Ast d. vena mediana anliegend. Eintritt der ausgewanderten farblosen Blutzellen durch ein Stoma am Rande der Falte der Lymphgefässwand. Eine kurz vorher eingetretene Wanderzelle enthält einen Theil d. Silberniederschlags des Stoma. Vergr. 200mal.

Fig. 8. Bahnen weisser Blutkörper in der oberen dünnen Wand des basalen Lymphsacks, möglichst genau projicirt. Vergrösserung: 215mal.

Fig. 9. Bahnen weisser Blutkörper am gleichen Orte wie Fig. 8. Eine derselben verläuft z. Th. in einer perivasculaeren Spalte. Die sich mit dieser kreuzenden Bahnen wurden erst 3 Stunden später beobachtet. Vergrösserung: 190mal.

Fig: 1.



Fr. Veith. lith.

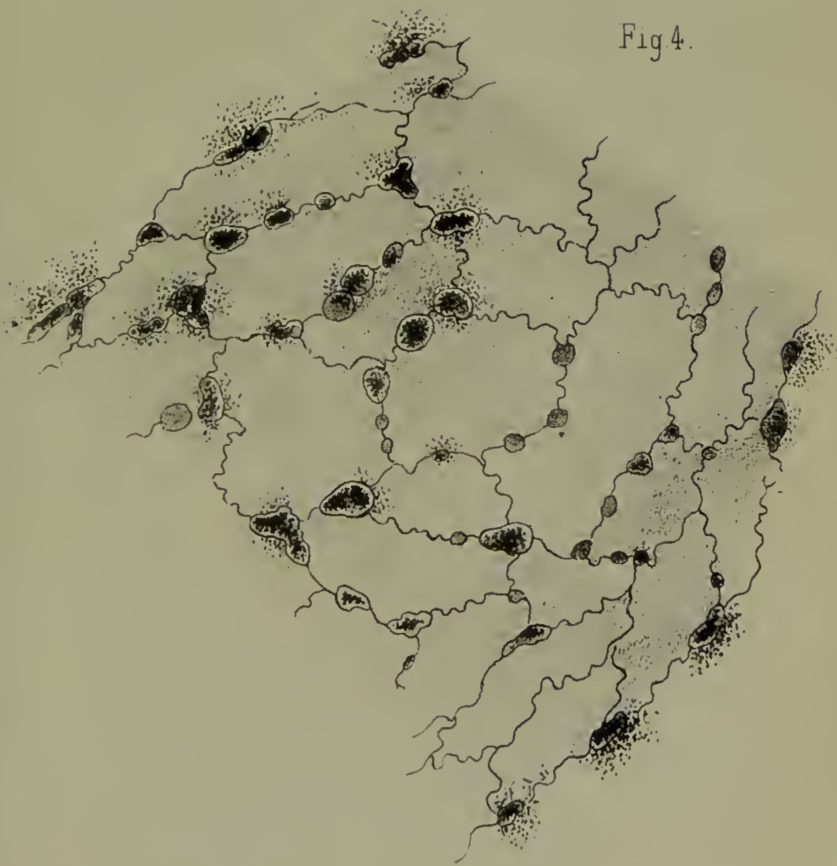
Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fr. Veith. lith.

Tab. III.

Fig: 6.

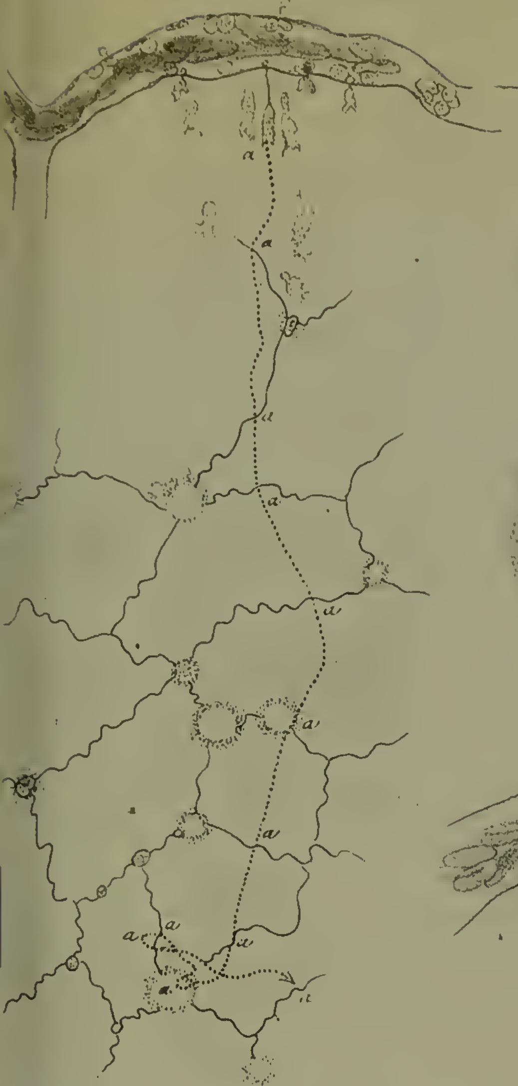


Fig: 8.



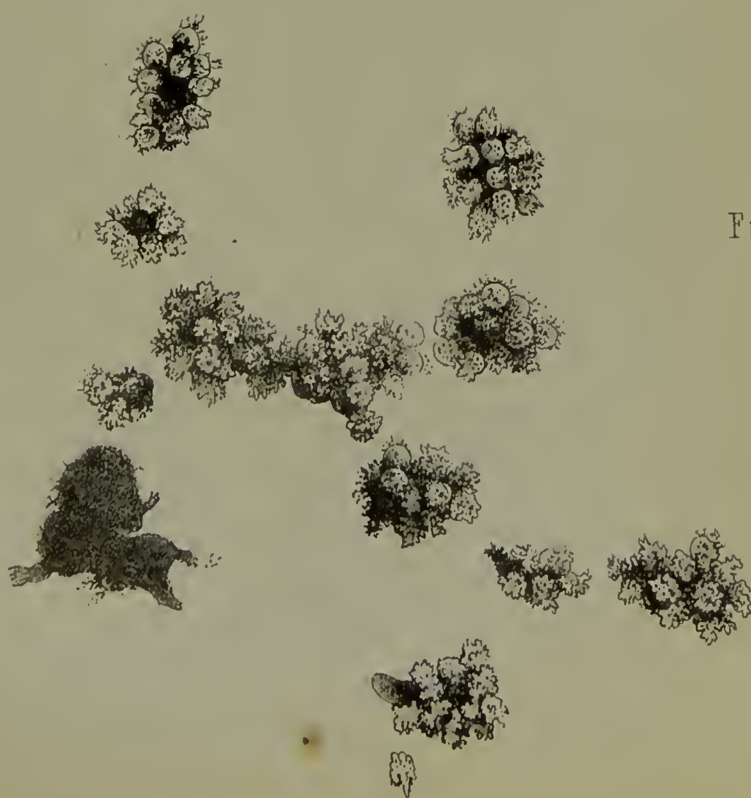


Fig. 5.

Fr. Veith. lith.

Tab. IV.



Fig: 9

Fig: 7.

Fr. Veith lith.